ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret, en date du 29 janvier 1930, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Marcel Delépine** pour occuper dans la Section de Chimie la place vacante par le décès de M. *Ch. Moureu*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Marcel Delépine** prend place parmi ses Confrères.

En communiquant la traduction d'un télégramme qui lui est parvenu :

Washington, le 24 janvier 1930.

En réponse à votre lettre, l'Académie Nationale a le plaisir de vous annoncer que M. Michelson est en train d'achever sa convalescence aux Bermudes.

R. A. Millikan.

M. le **Secrétaire perpétuel** se fait l'interprète de la satisfaction de l'Académie d'apprendre que les nouvelles qui lui ont été communiquées le 30 décembre 1929 étaient inexactes; elle est heureuse de savoir que son éminent Associé est en bonne voie de guérison.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Bohuslav Hostinský**, professeur à la Faculté des Sciences de Brno, recteur de l'Université Masaryk, qui assiste à la séance.

M. **A. Lacroix** dépose sur le bureau un livre de M. V. Babet, dont il a écrit la *Préface*.

Cet ouvrage, intitulé *Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan et de la région minière du Niari et du Djoué*, constitue l'exposé des recherches personnelles de l'auteur et une mise au point des travaux de ses prédécesseurs. Il est accompagné d'une carte géologique en couleur au $\frac{1}{500\,000}$ de la région étudiée.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les Châtaigniers*, par M[lle] A. Camus. Texte et Atlas.

2° *Bryozoa of the Philippine Region*, by Ferdinand Canu and Ray S. Bassler.

3° *Léon Lindet*, par P. Nottin.

4° *Anais do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra.* Primeira secção. *Fenómenos solares.* Publicados pelo Director do Observatório, F. M. da Costa Lobo. Tome I. (Présenté par M. H. Deslandres.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation $\Delta u = cu$, où $c > 0$ admet des points singuliers, et sur une équation de Fredholm correspondante à noyau singulier.* Note de M. **Marcel Brelot**.

1. J'indique ici des résultats, dont seront publiées ultérieurement ailleurs des démonstrations détaillées, et qui prolongent l'étude entreprise dans deux Notes récentes (30 décembre 1929 et 13 janvier 1930). Prenons encore $c(x, y) > 0$ et doué de dérivées premières continues, mais avec des points singuliers O_i dont on considère comme faisant partie le point à l'infini, en lesquels on ne fait *aucune* hypothèse quant à l'allure au voisinage, et pour $c(x, y)$ et pour les intégrales.

Par une extension immédiate des raisonnements des Notes précitées on établit l'existence d'une solution (bornée aux O_i) des *problèmes de Dirichlet*

(intérieur, extérieur, avec contours en courbes de Jordan simples sans points communs et succession continue des valeurs données, et cas du plan entier) avec ou sans singularités logarithmiques données en des points $\neq O_i$, non situés sur les contours. On montre aussi *l'unicité* de la solution sous la condition qu'au voisinage d'un O_i

$$\frac{u(M)}{\log O_i M} \to 0 \quad \text{avec } O_i M \quad (O_i \text{ à distance finie}),$$

$$\frac{u(M)}{\log OM} \to 0 \quad \text{avec } \frac{1}{OM} \quad (O_i \text{ à l'infini ; point } O \text{ à des distances finies}).$$

2. La propriété *du passage à la limite* (de la solution sur le domaine diminué des *voisinages* circulaires des O_i, et qui *s'annule* sur ces circonférences) qui nous a conduit au théorème d'existence s'étend au cas où, avec ou sans singularités logarithmiques, on utilise au lieu de cercles isolants *des suites de courbes de Jordan se réduisant simultanément aux* O_i, *lorsqu'on prend sur ces courbes des successions continues de valeurs qui dans leur ensemble sont en module de croissance moindre que* $\log \frac{1}{O_i M}$ (ou $\log OM$).

Il y a quelque difficulté dans le cas du plan entier parce qu'on ne peut alors faire un raisonnement analogue à celui du théorème d'unicité. Mais on peut faire une démonstration différente du même principe, basée sur la comparaison, non plus avec une fonction harmonique, mais avec une fonction > 0 ayant des infinis logarithmiques aux O_i (∞ compris), solution d'une équation du type $\Delta u = c(x, y)u$, avec un $c(x, y)$ au plus égal à l'autre et convenablement choisi au voisinage des O_i.

On peut faire une nouvelle généralisation du passage à la limite en isolant aussi les singularités logarithmiques Ω_i et prenant sur les courbes isolantes, par exemple, les valeurs de $A_i \log \frac{1}{\Omega_i M}$ (A_i valeur de la singularité donnée en Ω_i). On déduit de là que, dans le cas le plus général envisagé, *pour des données* $\geqq 0$ (aux limites, et valeurs des singularités logarithmiques), *une diminution de c entraîne une augmentation de la solution* $\geqq 0$. D'ailleurs, cette solution est au plus égale — cas du plan entier exclu — à la solution harmonique.

3. Étudiant les intégrales *bornées* au voisinage d'un O_i, la comparaison avec les fonctions harmoniques montre l'*existence en* O_i *d'une « valeur moyenne »*, limite de la moyenne sur une circonférence ou une couronne circulaire se réduisant à O_i. Il y a même *quasi-continuité*, en ce sens qu'il suffit de supprimer sur chaque circonférence de O_i un ensemble de points

convenable dont la mesure *angulaire* tend vers O avec le rayon pour que, sur le voisinage restant, la fonction tende vers la valeur moyenne en O_i quand $M \to O_i$.

La *comparaison* avec les intégrales fonctions de r seulement d'une équation où $c = f(r)$, c'est-à-dire avec les intégrales de l'équation différentielle

$$\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} - f(r)\, u = 0,$$

permet de trouver des cas simples où *toutes* les intégrales s'annulent et donne des précisions sur leur allure. Ainsi : si $c.r^2 \geqq \alpha^2$ au voisinage de O_i toute intégrale est de module $< A r^\alpha$ (A const. > 0). De même en remplaçant hypothèse et conclusion par $cr^{2(1+\alpha)} \geqq \alpha^2$ et $A e^{-\left(\frac{1}{r}\right)^\alpha}$, etc.

4. On peut enfin montrer en supposant les solutions bornées au voisinage des O_i l'équivalence du problème de Dirichlet intérieur ou extérieur avec la résolution de l'équation intégrale

$$u(M) + \frac{1}{2\pi}\int\int_D G(M, P)\, c(P)\, u(P)\, d\sigma_P = u_0(M)$$

(G, fonction de Green; u_0, solution harmonique), en supposant pour celle-ci que u, de module borné sauf au voisinage des singularités logarithmiques Ω_i où il est supposé avoir un infini logarithmique, donne partout un sens à $\int\int_D$. Et ces conditions peuvent être étendues. La difficulté consiste à montrer que la solution du problème de Dirichlet donne un sens à

$$\int\int_D \log\frac{1}{MP}\, c(P)\, u(P)\, d\sigma$$

quel que soit M au voisinage de O_i (et même en O_i). J'y parviens en comparant avec une solution d'une équation du même type pour laquelle le résultat est exact, et qui correspond à un c plus petit et borné.

Dans le cas du *plan entier*, l'équation intégrale (mêmes conditions)

$$u(M) + \frac{1}{2\pi}\int\int_{\text{plan}} \log\frac{1}{MP}\, c(P)\, u(P(\, d\sigma_P = \sum_i^1 A_i \log\frac{1}{\Omega_i M} + \text{const.}$$

n'a de solution que pour une valeur unique de la constante, la valeur moyenne à l'infini de la solution de l'équation différentielle : et il y a alors équivalence avec le problème de Dirichlet.

Ces équations intégrales fournissent, sous certaines conditions pour $c(x, y)$, par exemple

$$c(x, y) = \frac{A(x, y)}{r^{\alpha}} \qquad [O < A_1 \leqq A(x, y) \leqq A_2(x, y)],$$

des propriétés de continuité et dérivation des intégrales en O.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions analytiques des systèmes d'équations aux dérivées partielles avec deux variables indépendantes.* Note de M. S. **Soboleff**, présentée par M. Hadamard.

Proposons-nous d'étudier le système

$$(1) \quad \alpha_1^{(j)} \frac{\partial v_1}{\partial x} + \beta_1^{(j)} \frac{\partial v_1}{\partial y} + \alpha_2^{(j)} \frac{\partial v_2}{\partial x} + \beta_2^{(j)} \frac{\partial v_2}{\partial y} + \ldots + \beta_m^{(j)} \frac{\partial v_n}{\partial y}$$
$$+ \varepsilon_1^{(j)} \frac{\partial w_1}{\partial x} + \delta_1^{(j)} \frac{\partial w_1}{\partial y} + \ldots + \delta_l^{(j)} \frac{\partial w_l}{\partial y} + F_j = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, m + l),$$

où les valeurs initiales des dérivées des fonctions F_j, par rapport à toutes les dérivées des fonctions inconnues, sont nulles. Cherchons la solution dans laquelle on a $v = 0$ pour $x = 0$ et $w = 0$ pour $y = 0$.

Donnons le nom de *quadrants* aux matrices

$$A_l^{(k)}(n) = \begin{Vmatrix} \alpha_l^{(k)} & \beta_l^{(k)} & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_l^{(k)} & \beta_l^{(k)} & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ . & \ldots & \ldots & \ldots & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & \alpha_l^{(k)} & \beta_l^{(k)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & \alpha_l^{(k)} & \beta_l^{(k)} \end{Vmatrix} \quad \text{et} \quad B_l^{(k)}(n) = \begin{Vmatrix} \varepsilon_l^{(k)} & \delta_l^{(k)} & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_l^{(k)} & \delta_l^{(k)} & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ . & \ldots & . & \ldots & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & \varepsilon_l^{(k)} & \delta_l^{(k)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & \varepsilon_l^{(k)} & \delta_l^{(k)} \end{Vmatrix}$$

qui contiennent chacune n lignes et $n + 1$ colonnes et convenons de désigner par les symboles $\underline{A}$, $\overline{A}$, $\underline{\underline{A}}$ et $\overline{\overline{A}}$ ou $\underline{B}$, $\overline{B}$, $\underline{\underline{B}}$ et $\overline{\overline{B}}$, le résultat obtenu en supprimant dans A ou B la première ou la dernière ligne ou colonne.

Si nous convenons de comprendre le symbole

$$\begin{vmatrix} \underline{\underline{A_1^{(1)}(n)}} & \underline{A_2^{(1)}(n)} & \ldots & \overline{B_l^{(1)}(n)} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \underline{\underline{A_1^{(m+l)}(n)}} & \underline{A_2^{(m+l)}(n)} & \ldots & \overline{B_l^{(m+l)}(n)} \end{vmatrix}$$

comme le déterminant formé en remplaçant tous les symboles A et B par les matrices correspondantes, après quoi toutes les séparations sont biffées,

le déterminant P_n qui apparaît quand on calcule les valeurs initiales des dérivées d'ordre n des fonctions inconnues sera représenté par le symbole

$$P_n = \begin{vmatrix} \overline{A_1^{(1)}(n)} & \overline{A_2^{(1)}(n)} & \dots & \overline{A_m^{(1)}(n)} & \underline{B_1^{(1)}(n)} & \underline{B_2^{(1)}(n)} & \dots & \underline{B_l^{(1)}(n)} \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots\dots & \dots & \dots\dots \\ \overline{A_1^{(m+l)}(n)} & \overline{A_2^{(m+l)}(n)} & \dots & \overline{A_m^{(m+l)}(n)} & \underline{B_1^{(m+l)}(n)} & \underline{B_1^{(m+l)}(n)} & \dots & \underline{B_l^{(m+l)}(n)} \end{vmatrix}.$$

Si l'on introduit encore $2\left[\binom{m+l}{m} - 1\right]$ autres déterminants qu'on obtient par des permutations quelconques des $\overline{}$ ou $\underline{}$ dans P_n, on peut montrer que P_n et ces déterminants satisfont à deux systèmes d'équations aux différences finies dont les coefficients sont des déterminants formés déduits d'une certaine matrice. Soit $D_{m,l}(z) = 0$ l'équation caractéristique de ces deux systèmes. De même on peut introduire les équations $D_{k,r}(z) = 0$ où $k + r = m + l$.

Si l'on calcule le mineur d'un élément quelconque du déterminant P_n, on conclut que ce mineur est égal à une somme finie de produits de trois multiplicateurs. Deux de ces multiplicateurs satisfont aux systèmes d'équations aux différences finies, avec l'équation caractéristique $D_{m,l}(z) = 0$, et le troisième avec l'équation caractéristique $D_{m+1,l-1}(z) = 0$ ou $D_{m-1,l+1}(z) = 0$, selon que notre élément est situé au-dessus ou au-dessous de la diagonale de son quadrant. Le degré de ce multiplicateur se confond avec la distance de l'élément de la diagonale, tandis que la somme des degrés des deux autres complète ce nombre près de n. Au moyen de représentation assymptotique des solutions du système d'équations aux différences finies, on peut évaluer la somme des modules des rapports à P_n des mineurs des éléments de quelque colonne de P_n. Cela conduit à une condition suffisante pour l'existence de la solution cherchée.

Théorème. — Si : 1° Tous les P_n sont distincts de 0;

2° Parmi les racines de l'équation $D_{m,l}(z) = 0$ il y en a une seule, z_1, qui est la plus grande en valeur absolue;

3° Le carré de $|z_1|$ est plus grand que le produit des modules des plus grandes racines des équations $D_{m+1,l-1}(z) = 0$ et $D_{m-1,l+1}(z) = 0$;

4° Le coefficient de la $n^{\text{ième}}$ puissance de z_1 dans la représentation de P_n est différent de zéro, alors le système (1) a la solution cherchée et, dans le voisinage des valeurs choisies des coefficients, cette solution sera leur fonction analytique.

Par exemple, le système

$$\alpha\frac{\partial v}{\partial x}+\beta\frac{\partial v}{\partial y}+\gamma\frac{\partial w}{\partial x}+F_1=0,$$

$$\varkappa\frac{\partial v}{\partial y}+\varepsilon\frac{\partial \omega}{\partial x}+\delta\frac{\partial w}{\partial y}+F_2=0,$$

où

$$\alpha\delta=\lambda,\qquad \beta\varepsilon=\mu,\qquad \mu\varkappa=\nu\qquad \text{et}\qquad \lambda+\mu-\nu=1$$

a la solution cherchée si les coefficients ne remplissent pas l'une des deux conditions : ou 1° $4\lambda\mu-1=k$ où k est un nombre positif réel quelconque, ou 2° $\nu=0$, $R(\mu)>\frac{1}{2}$. La première de ces conditions correspond au cas dans lequel la seconde condition du théorème n'est pas remplie, et la seconde au cas dans lequel la quatrième condition cesse de l'être. Le premier cas se confond avec celui de M. Gunther [1], tandis que le second se trouve dans le travail de Méray [2]. Les valeurs exclues des paramètres λ, μ forment l'ensemble limite des λ et μ, pour lesquelles on a

$$P_n=\frac{1}{2^{n+1}}\frac{(1+\sqrt{1-4\lambda\mu})^{n+1}-(1-\sqrt{1-4\lambda\mu})^{n+1}}{\sqrt{1-4\lambda\mu}}$$
$$-\frac{\mu}{2^n}\frac{(1+\sqrt{1-4\lambda\mu})^{n}-(1-\sqrt{1-4\lambda\mu})^{n}}{\sqrt{1-4\lambda\mu}}=0,$$

comme dans le cas de M. Gunther.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Observations sur notre Note : Fonctions analytiques d'une seule substitution variable* [3]. Note de M. **J. S. Lappo-Danilevski**, présentée par M. Hadamard.

Dans la Note mentionnée nous avons indiqué entre autres la formule

$$(1)\qquad f(X)=\sum_{k=1}^{n}\frac{(X-\xi_1)\ldots(X-\xi_{k-1})(X-\xi_{k+1})\ldots(X-\xi_n)}{(\xi_k-\xi_1)\ldots(\xi_k-\xi_{k-1})(\xi_k-\xi_{k+1})\ldots(\xi_k-\xi_n)}f(\xi_k),$$

où $f(X)$ est une fonction d'une substitution X, définie par une série des puissances de cette substitution, et $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ sont des nombres caracté-

(1) N. Günther, *Rec. Math.*, 32, 1, p. 42. Moscou, 1924.
(2) Meray et Riquier, *Ann. de l'École Normale*, 3e série, 7, 1890, p. 24-88.
(3) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 1235.

ristiques de X. Comme M. J. Hadamard nous l'a fait remarquer la formule (1), relativement à des fonctions analytiques des nombres hypercomplexes, a été déjà établie [1].

PHYSIQUE. — *Mouvement brownien dans un champ de radiation thermique.* Note de M. T. Takéuchi, présentée par M. M. de Broglie.

Dans une enceinte vide, parcourue par des radiations noires à température T, se trouvent des particules matérielles. Ces particules prendront un mouvement d'agitation, c'est-à-dire un mouvement brownien dû aux fluctuations des rayonnements absorbés, émis et réfléchis. Quelle est leur énergie d'agitation (énergie cinétique moyenne) du point de vue de la théorie des photons ?

Quand la particule placée dans la radiation isotherme se meut, elle subit une résistance visqueuse, c'est-à-dire une force approximativement proportionnelle à la vitesse v :

$$\vec{f} = -\lambda \vec{v} \quad [2],$$

que l'on pourrait appeler « viscosité de radiation ».

Considérons un cas simple : la particule est sphérique, de rayon a, douée d'un pouvoir complètement absorbant pour toutes les radiations. Puisque la densité d'énergie est égale à $3nkT$, où n est le nombre des photons par unité de volume et k la constante de Boltzmann, nous pouvons obtenir aisément l'expression du coefficient λ :

$$\lambda = \frac{4a^2 nkT}{c}, \tag{1}$$

c étant la vitesse de lumière dans le vide.

L'énergie qui tombera, pendant le temps assez court τ, sur la sphère restant comprise dans un angle solide infiniment petit $d\omega$, vaut en moyenne

$$E_m = \pi a^2 c \tau \frac{3nkT}{4\pi} d\omega.$$

Désignant par ε l'écart de l'énergie effective à la moyenne, nous avons

---

[1] Voir l'article de MM. Study et Cartan, *Nombres complexes* (*Encyclopédie des Sciences mathématiques*, I, 1, III, 1908, p. 438).

[2] Voir R. H. Fowler, *Statistical Mechanics*, 1929, p. 486.

par la loi générale

$$\overline{\varepsilon^2} = \frac{\partial E_m}{\partial T} k T^2 = \pi a^2 c \tau \frac{3nk}{\pi} d\omega . k T^2 \text{ (}^1\text{)}.$$

Les fluctuations dans le rayonnement émis sont entièrement indépendantes de celles dues à l'absorption et ont la même valeur. Et en général la somme de tous les carrés moyens des quantités du mouvement communiquées dues aux fluctuations de l'énergie donne le carré moyen de l'impulsion totale. Nous avons donc le carré moyen des impulsions relatif à chaque axe de coordonnées pendant τ :

(2) $$\overline{X^2} = 2 . \frac{1}{3} . \frac{\pi a^2}{c} \tau k T^2 \frac{3nk}{\pi} . 4\pi.$$

De la conservation du carré moyen de la quantité du mouvement de la particule suivant l'axe des x pendant τ, nous tirons

(3) $$\overline{X^2} = 2 m \lambda \tau \overline{v^2},$$

m étant la masse de la particule et $\overline{v^2}$ le carré moyen de sa vitesse.

En comparant (1), (2) et (3) nous obtenons

$$m \overline{v^2} = kT.$$

Soit $\overline{\xi^2}$ le carré moyen du déplacement de la particule suivant un axe pendant τ. Nous avons comme constante de diffusion

(4) $$\frac{\overline{\xi^2}}{2\tau} = \frac{kT}{\lambda}.$$

De (3) et (4) nous tirons

$$\sqrt{\overline{X^2}} = \sqrt{\overline{\xi^2}} \lambda.$$

Dans le cas d'une particule complètement réfléchissante pour les radiations de toutes fréquences, on trouverait le même résultat, parce que, dans ce cas, λ a la même valeur ainsi que $\overline{\mu^2}$, la particule n'émettant aucune radiation.

---

(1) L. de Broglie, *Journ. de Phys.*, 3, 1922, p. 424.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Influence des molybdates alcalins sur le pouvoir rotatoire du glucose.* Note de MM. **E. Darmois** et **J. Martin**, présentée par M. Ch. Fabry.

D'après G. Tanret[1] si l'on ajoute à une solution de glucose une quantité suffisante de molybdate ordinaire d'ammonium, le pouvoir rotatoire du glucose augmente d'environ 3 pour 100. Cette observation rend probable l'existence d'un ou plusieurs composés analogues à ceux que l'un de nous a décrits dans diverses publications.

Nous avons étudié la formation de ces composés en déterminant le pouvoir rotatoire de mélanges contenant du glucose, de l'acide molybdique, de la soude (ou de l'ammoniaque). Le rapport $\frac{\text{Na OH}}{\text{Mo O}^3}$ doit être maintenu entre certaines limites pour éviter soit une réduction de Mo O^3 par le glucose en solution trop acide, soit la transformation bien connue du glucose en solution basique; pratiquement, les maxima de rotation correspondent à des valeurs du rapport comprises entre 1 et 2.

Une série de solutions est constituée de la façon suivante : dans 100^{cm^3}, P mol-gr de glucose (5^{g} de glucose dans tous les cas), nP mol-gr de Mo O^3, x P mol-gr de Na OH. On mélange d'abord Mo O^3 et Na OH, on ajoute le glucose qui se dissout rapidement et l'on complète à 100^{cm^3}, le temps est compté à partir de l'instant où l'on ajoute le glucose. La rotation est déterminée à température constante (20°) pour les radiations jaune, verte, indigo du mercure; quand la rotation varie trop vite, on se contente de suivre la mutarotation pour la raie verte. Le glucose ajouté initialement peut être du glucose α, du glucose β ou du glucose $\alpha \rightleftharpoons \beta$ provenant d'une solution faite à l'avance et où l'équilibre $\alpha\beta$ est atteint. Dans tous les cas, la rotation initiale (extrapolée) est celle du glucose pur; il n'y a donc pas de combinaison instantanée; la rotation met un certain temps (de l'ordre de 1^{h}) à atteindre sa valeur limite. Cette valeur limite est indépendante de la nature du glucose de départ et caractérise l'équilibre glucose-molybdates-composé.

Exemple : (A) Glucose $\alpha\beta$; $n = x = \frac{1}{2}$:

T.....	$2^{\text{m}}25^{\text{s}}$.	$9^{\text{m}}0$.	$17^{\text{m}}40^{\text{s}}$.	31^{m}.	150^{m}.	24^{h} (∞).
α_{v}^{2dm},....	6,32	6,42	6,55	6,66	6,72	6,74

---

(1) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1363.

(B). Glucose α; $n = x = \frac{1}{2}$:

T.....	3m 55s.	7m 33s.	16m 18s.	22m 21s.	30m 56s.	42m 11s.	60m 23s.	110m.	18h (∞).
α_j^{2dm}....	10,34	9,63	8,47	7,94	7,48	7,12	6,88	6,77	6,73

Dans la série des mélanges où n est constant et x variable, la rotation limite augmente d'abord avec x, passe par un maximum, puis diminue; quand $x = 2n$ (saturation de MoO^3 en MoO^4Na^2), la rotation et la dispersion rotatoire sont celles du glucose $\alpha\beta$. Le composé formé possède donc, comme beaucoup de ceux déjà décrits, un pH de stabilité maximum.

La rotation maximum obtenue augmente avec n; le composé est plus stable en présence d'un excès de MoO^3. La dispersion rotatoire à ce moment est nettement différente de celle du glucose; si l'on caractérise cette dispersion par le rapport $\alpha_{4359} : \alpha_{5780}$, on trouve pour le glucose α 1,875, pour le glucose β 1,899 [1], pour les solutions à rotation maximum 2,15 au moins. Cette dernière valeur suffit pour montrer qu'il s'agit d'un composé nouveau; on a également ici un nouvel exemple de l'utilité des mesures de dispersion rotatoire.

Par analogie avec les composés molybdomaliques et molybdotartriques, il est probable que la constitution du nouveau composé est de la forme $[MoO^3 . mC^2H^{12}O^6]Na$; l'étude des mélanges $MoO^4HNa + C^6H^{12}O^6$ par le procédé physico-chimique général déjà décrit ailleurs [2] donne pour m la valeur 2.

Nous avons déjà dit plus haut que la mutarotation se produit quel que soit le glucose utilisé et que la rotation initiale est celle du glucose pur. Dans les composés molybdomaliques et tartriques, la rotation du complexe s'établit immédiatement; il est donc possible que la combinaison de MoO^3 ne s'effectue, ni avec le glucose α, ni avec le glucose β, mais avec une autre forme du glucose, présente en quantité très faible et qui se formerait lentement à partir de α ou β. On sait que plusieurs auteurs ont admis l'existence d'au moins une forme « réactive » du glucose; les résultats donnés ci-dessus viendraient à l'appui de cette hypothèse, au moins pour les solutions acides (pH voisin de 5-6). Des expériences en cours montrent qu'on observe des phénomènes analogues du côté basique avec l'acide borique et les borates.

Si l'on construit enfin pour le glucose et les molybdates les courbes

---

(1) Valeurs déduites d'expériences croisées effectuées pendant la mutarotation.

(2) *J. Chim. Phys.*, **23**, 1926, p. 664.

$\log(\alpha_\infty - \alpha) = f(t)$, on obtient des droites, au moins tant que les mesures sont assez précises (1re heure). La réaction serait donc monomoléculaire pour le glucose. L'addition d'un sel [par exemple NH^4Cl dans $MoO^4H(NH^4)$] produit de grosses modifications dans la vitesse de mutarotation; l'étude détaillée de cet effet de sel sera importante. D'après Brönsted (¹), l'existence de cet effet cinétique des sels neutres prouve qu'il s'agit d'une réaction entre ions. Toutefois les variations de $[\alpha]$ dans la mutarotation étant très faibles, il serait probablement plus facile d'étudier le xylose et le galactose qui, d'après G. Tanret (²), donnent lieu à des variations beaucoup plus importantes dans leur combinaison avec le molybdate d'ammonium. Jusqu'ici, pour le glucose, les différents faits observés sont assez bien d'accord avec une réaction entre ions [glucose$^-$] et MoO^{4--}.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'émission des raies spectrales dans un champ électrique.* Note de M. E. **Sevin**, présentée par M. d'Ocagne.

M. Stark a fait la remarquable découverte expérimentale suivante, qu'il considère comme inconciliable avec les théories de Bohr-Epstein-Kramers, de Heisenberg-Schrödinger et de Sommerfeld. Lors de l'émission des raies spectrales dans un champ électrique, dans l'observation longitudinale, l'intensité d'une composante déviée vers le rouge diffère de celle de la composante correspondante déviée vers le violet, et le sens de cette dissymétrie se trouve renversé quand l'expérimentateur inverse sa position par rapport à la direction du champ.

M. Stark ayant bien voulu nous tenir au courant des résultats de ses observations, nous avons suivi la question dans le cadre de notre théorie générale. Réservant pour le moment les conclusions auxquelles nous avons ainsi été conduit sur la nature intime de la lumière, nous résumons rapidement ci-dessous les caractéristiques générales du phénomène.

Quand un atome d'hydrogène est plongé dans un champ électrique $\vec{Z}$, son électron est soumis, dans le plan de l'orbite, à deux forces perturbatrices centrales et à deux autres transversales : elles sont dues à la variation de la masse et à l'influence même du champ. Dans ces conditions, l'équa-

(¹) Voir par exemple *Trans. Farad. Soc.*, 24, 1928, p. 630.

(²) *Loc. cit.*

tion de la trajectoire comporte des termes progressifs respectivement en

$$e\frac{v^2}{c^2},\qquad e\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}\qquad \text{et}\qquad \frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2},$$

expressions où e désigne l'excentricité, v la vitesse de l'électron, c celle de la lumière, E la charge de l'électron et r le rayon vecteur.

Examinons comment agit un champ intense sur les orbites de faible excentricité, qui seules interviennent dans notre théorie. Pour $Z=100000$ volts par exemple, les grandeurs $\frac{v^2}{c^2}$ et $\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}$ sont du même ordre (en 10^{-5} pour les premiers niveaux), et il s'ensuit que le seul terme qui ait de l'importance est celui en $\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}$. L'équation de la trajectoire prend alors la forme simple suivante :

$$\frac{1}{r}=\frac{1}{r_0}\left[1+e\cos\theta+\frac{3}{2}\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}\cos\beta\,\theta\sin(\theta-\gamma)\right],$$

β étant l'angle de $\vec{Z}$ avec le plan de l'orbite, θ l'anomalie vraie et γ l'angle de la projection $\overrightarrow{Z\cos\beta}$, de $\vec{Z}$ sur le plan de l'orbite, avec la direction du péricaryon. Cette équation représente une ellipse dont l'excentricité varie d'une façon progressive *et dont l'orientation du péricaryon tend à se fixer rapidement, dans le sens de la rotation de l'électron, à 90° de* $\overrightarrow{Z\cos\beta}$.

Quant à la force perturbatrice $\overrightarrow{EZ\sin\beta}$, normale au plan de l'orbite, elle entraîne la variation progressive :

$$\Delta\beta=\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}\sin\beta\left\{-\frac{3}{2}e\theta\sin\gamma+\frac{9}{8}\frac{\frac{EZ}{E^2}}{r^2}\cos\beta[\theta^2-\theta\sin2(\theta-\gamma)]\right\}.$$

Or, d'après la conclusion à laquelle nous venons d'arriver, $\sin\gamma$ prend très vite le signe négatif et le conserve ; les deux termes de $\Delta\beta$ sont alors positifs et il en résulte *qu'un champ électrique intense oriente les plans des orbites normalement à sa direction*.

Les plans ainsi orientés sont décalés, par rapport au noyau et à l'opposé

de la direction du champ, d'une longueur δ, telle que $\frac{\delta}{r} = \frac{EZ}{\frac{E^2}{r^2}}$, et ils constituent, pour les orbites, des positions d'équilibre stable. Les perturbations, qui agissent parallèlement à ces plans, introduisent une légère excentricité, tout se passe comme si le champ n'existait pas *et cela oblige que le moment de la quantité de mouvement soit égal à* $n\,\frac{h}{2\pi}$. Les perturbations parallèles à $\vec{Z}$ (ou les chutes de l'électron d'un niveau à l'autre, qui intéressent des plans inégalement décalés) entraînent, dans leur direction même, des oscillations de l'électron dont la période est la même que celle de la révolution de l'orbite. Pour rechercher la structure fine, nous avons opéré d'une façon analogue à celle qui nous a réussi en dehors de l'intervention d'un champ; mais, cette fois, le problème s'est trouvé un peu plus complexe, à cause des oscillations dont nous venons de parler. Nous avons ainsi été conduit à attribuer au niveau d'ordre n, $2n-1$ trajectoires quasi circulaires concentriques répondant à la formule

$$\frac{dr}{r} = \pm 3\,\frac{p}{n}\,\frac{EZ}{\frac{E^2}{r^2}} \qquad \text{avec } 0 \leq p < n.$$

Calculons la variation de fréquence qui en résulte :

$$\Delta\nu = \frac{m_0}{2h}\,dv^2 = -\frac{m_0 v^2}{2h}\,\frac{dr}{r} = \pm\,\frac{3\,m_0 v^2 r^2 p Z}{2hnE}$$

ou, en tenant compte de ce que le moment de la quantité de mouvement est égal à $n\,\frac{h}{2\pi}$:

$$\Delta\nu = \pm\,\frac{3pnhZ}{8\pi^2 m_0 E}.$$

C'est l'expression de l'effet Stark.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Action de la lumière sur les phénomènes thermioniques.* Note de M. R. **Deaglio**, présentée par M. A. Cotton.

Case (¹), Meritt (²), Ives (³), Henriot (⁴), Crew (⁵) ont étudié l'action de la lumière sur les phénomènes thermioniques. Cette action est manifeste : l'éclairement produit une augmentation du courant thermionique. Mais tous les expérimentateurs ne sont pas d'accord sur l'explication de cette action : est-elle due à un effet thermique des radiations qui frappent le filament, ou à une action photo-électrique directe de la lumière ? C'est là une question sur laquelle plusieurs auteurs ont arrêté leur attention, tandis que Crew, et tout récemment Bodemann (⁶), ont étudié comment le pouvoir photo-électrique d'un filament émetteur de thermions dépendait de sa température.

Je me suis proposé, comme Meritt et Henriot, d'étudier l'action de la lumière sur le courant thermionique, pour établir si l'effet est certainement photo-électrique, ou s'il peut être rattaché à un simple effet thermique.

J'ai expérimenté en conséquence sur une lampe à deux électrodes construite spécialement en prenant tous les soins nécessaires pour garantir une émission thermo-éléctronique pure. La cathode est un filament de tungstène de $0^{mm},05$ de diamètre, l'anode est en fer, cylindrique (diamètre intérieur 8^{mm}).

Les conditions expérimentales étaient les suivantes :

1° Le filament se trouvait à une température de 2300° K. environ (courant de chauffage, 0,54 ampère);

2° La tension anodique était variable de — 6 volts à + 40 volts, et le courant anodique variait en correspondance de 0 à 3,86 milliampères;

3° L'éclairement du filament était limité à sa partie centrale, il était obtenu par un pinceau de rayons lumineux provenant d'un arc à charbons (diamètre des charbons 8^{mm}, courant de fonctionnement environ 7 ampères). La lumière de la source était concentrée sur le filament au moyen d'un objectif en verre; ainsi les radiations de $\lambda < 3000$ Å se trouvaient pratiquement éliminées;

(¹) W. Case, *Phys. Rev.*, **17**, 1921, p. 398.
(²) Meritt, *Phys. Rev.*, **17**, 1921, p. 525.
(³) Arnold and Ives, *Phys. Rev.*, **19**, 1922, p. 248.
(⁴) E. Henriot, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 651.
(⁵) H. Crew, *Phys. Rev.*, **28**, 1926, p. 1265.
(⁶) E. Bodemann, *Ann. der Phys.*, **5**, 1929, p. 614.

4° Le courant thermo-électronique était mesuré avec un dispositif compensateur permettant de déceler des variations de courant de 10^{-9} ampère.

Dans ces conditions j'ai pu étudier l'action de la lumière pour plusieurs points de chacune des caractéristiques de la lampe diode. Enfin j'ai déterminé, par une méthode bolométrique, la variation de température du filament sous l'action des radiations lumineuses. On trouvera ailleurs les détails expérimentaux et la discussion des résultats obtenus. Je me borne à reporter ici les conclusions les plus importantes.

I. Lorsqu'on applique au filament incandescent une tension anodique positive mais suffisamment petite, c'est-à-dire lorsque le courant thermo-électronique est loin de la saturation, l'accroissement du courant thermo-électronique par effet de l'éclairement du filament est de l'ordre de 10^{-8} ampère, et le centième seulement de cet accroissement peut être attribué à l'accroissement de température du filament par effet de la lumière. L'effet observé est donc presque complètement un effet photo-électrique vrai. Il faut remarquer que la longueur d'onde minima de la lumière incidente est $\lambda = 3000$ Å et que le courant photo-électrique produit par la même lumière sur le filament froid est absolument insensible.

II. Lorsqu'il y a saturation, on observe un accroissement du courant thermo-électronique par l'effet de la lumière, mais on ne peut plus conclure en faveur d'un effet photo-électrique vrai parce que dans ces conditions l'accroissement de température du filament par l'éclairage donne lieu à un accroissement du courant thermo-électronique du même ordre de celui observé.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le potentiel des métaux dans les liquides purs.* Note (1) de M. **Er. Toporescu**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Il existe entre deux métaux différents mis en contact avec une substance liquide, pure, une différence de potentiel qui dépend de la nature du liquide. Pour certains liquides cette différence de potentiel peut être nulle.

On a cherché à expliquer ce phénomène par une relation entre les cons-

---

(1) Séance du 13 janvier 1930.

tantes diélectriques des liquides et les différences de potentiel [1]. Mais cette hypothèse n'est pas suffisante. J'ai repris l'étude de ce phénomène.

Comme liquides j'ai pris la série normale, homologue des alcools, et comme électrodes le couple platine-zinc, dont les différences de potentiel sont assez fortes.

L'électrode en platine était maintenue pendant toute la série d'expériences, en contact avec le liquide à étudier. L'électrode en zinc, chimiquement pur, était constituée par une baguette de 5^{mm} de diamètre, dont la surface de contact avec le liquide était fraîchement limée avant chaque mesure.

Pour déterminer la différence de potentiel, je me suis servi d'un électromètre Dolezalek dont l'aiguille chargée à 95 volts me donnait 375^{mm} pour 1,0183 volt sur une échelle à 2^{m}.

Les premiers résultats montrèrent que le potentiel dépend de la surface de l'électrode; elle est d'autant plus grande que cette surface présente plus de rayures fines.

Zinc dans l'alcool amylique.

	volt
Électrode polie, comme elle sort du moule	0,566
» frottée avec papier d'émeri n° 000	0,662
» frottée avec papier d'émeri n° 0	0,701
» frottée avec une lime	0,692

Dans le tableau suivant je donne : 1° les différences de potentiel P, en volts, qui sont des moyennes d'au moins huit expériences dont les résultats ne s'écartent que de 2 pour 100; 2° K, les constantes diélectriques; 3° V*m*, le volume moléculaire; 4° *n*, le degré de polymérisation, et 5° $n \times Vm$, le produit de ces deux derniers nombres, qui caractérise l'édifice moléculaire,

	P.	K.	V*m*.	*n*.	$n \times Vm$.
Alcool méthylique	0,517	33,2	40,8	3,43	139,95
» éthylique	0,537	25,8	62,8	2,74	172,07
» propylique	0,600	22,2	84,8	2,25	190,8
» butylique	0,622	19,2	106,8	1,94	207,2
» amylique	0,692	16,0	128,8	1,79	230,5

Les différences de potentiel ne sont pas fixes, elles varient en fonction du temps, diminuant en tendant vers une limite. Les résultats de ce

---

[1] E. SIEGLER et R. CERNATESCU, *Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, **12**, 1927, III-IV, p. 155.

tableau correspondent à des mesures faites une minute après la mise en contact de l'électrode en zinc avec le liquide.

Comme conclusion, on peut dire qu'il n'y a aucun parallélisme entre les différences de potentiel et les constantes diélectriques, mais ces différences peuvent dépendre de la structure intime du liquide, c'est-à-dire de l'édifice moléculaire.

PHOTOCHIMIE. — *Les transformations photochimiques et les piles photovoltaïques.* Note [1] de M. **S. Schlivitch**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons montré récemment qu'on observe, dans une pile photovoltaïque : Pt/solution d'uranine/Pt, des forces électromotrices différentes à la pression atmosphérique et dans le vide [2]. Il était intéressant de voir si nous retrouvions par la même voie tous les changements photochimiques constatés par d'autres méthodes et notamment la réversibilité des réactions.

Les transformations photochimiques de la fluorescéine ont été souvent étudiées et il a été constaté qu'en présence d'air le liquide est oxydé. En solution aqueuse additionnée de glycérine et sous pression réduite (dans le « vide ») on constate une hydrogénation du colorant aux dépens du polyalcool. Cette réaction bimoléculaire donne naissance à un leucodérivé et à une aldéhyde (Levaillant, Perrin et Mlle Choucroun). Par oxydation ultérieure à l'air, la matière colorante reparaît et nous sommes ici en présence d'une réaction pseudo-réversible constatée aussi par Lasareff et Gebhard avec le bleu de méthylène.

Pour éviter les complications qui peuvent provenir de la superposition des f. é. m. de l'effet Becquerel et de l'effet de masse, nous avons placé les électrodes à quelques millimètres de la paroi frappée par les rayons lumineux. Les solutions étudiées absorbent pratiquement toutes les radiations actives, même en couche très mince. Cette précaution s'est montrée suffisante pour séparer les deux effets, sauf pour les faibles concentrations (à partir de 10^{-4} g/cm³).

Avec une solution d'uranine dans l'eau pure, éclairée pour la seconde ou la troisième fois, on obtient des f. é. m. dont les valeurs absolues sont moindres que quand on a éclairé pour la première fois. Ceci s'explique si l'on admet que le photoproduit formé par l'oxydation ne disparaît pas dans

---

[1] Séance du 20 janvier 1930.

[2] A. Grumbach et S. Schlivichtt, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 753.

l'obscurité. Par contre, en présence de glycérine, les éclairements successifs pendant les mêmes temps produisent des f. é. m. du même ordre de grandeur (conc. 5g par litre environ), et le tableau suivant montre le résultat d'une expérience.

Temps en minutes...........	0	1	2	3	4	5	6
f.é.m. en 10^{-4} V............	0	12	30	43	64	77	87

Ces forces électromotrices peuvent souvent varier de 20 à 30 pour 100, mais nous savons que de tels écarts sont assez fréquents dans un élément photovoltaïque. En tout cas il s'agit ici de mesures purement qualitatives.

En se reportant à notre première Note, on voit qu'une pile photovoltaïque a reproduit fidèlement toutes les variations des réactions photochimiques à la suite des changements de solvant et de pression. Ici elle peut être considérée comme une sorte d'accumulateur photo-électrique. Nos expériences permettent aussi de conclure que, dans le cas où le solvant contient un polyalcool, la quantité de matière transformée par unité de temps est plus grande en absence d'oxygène qu'en sa présence.

Signalons encore le fait suivant. Si on laisse l'air se dissoudre à nouveau dans une solution aqueuse contenant 5g d'uranine et 0g,01 de NaOH par litre, conservée préalablement sous pression réduite, on trouve, en éclairant après quelques heures, une f. é. m. de 150 à 200 millivolts. En recommençant l'éclairement au bout de temps différents à partir du moment où l'on avait laissé l'air pénétrer dans l'appareil, on constate des f. é. m. de grandeurs variables, ce qui indiquerait qu'elles dépendent de la quantité d'oxygène dissous.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de baryum.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Afin de compléter l'étude de la détermination ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions salines (1) et l'étude cryoscopique similaire faite par l'un de nous en collaboration avec M. Ch. Tuttle (2),

(1) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 941 et 1064; **186**, 1928, p. 82; **188**, 1929, p. 626, et **189**, 1929, p. 1081; *Journ. de Chim. Phys.*, **24**, 1927, p. 437-469, et **25**, 1928, p. 234-248.

(2) F. Bourion et Ch. Tuttle, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1124, et **188**, 1929, p. 1110 et 1496; *Journ. de Chim. Phys.*, **25**, 1928, p. 485-496, et **26**, 1929, p. 291-311.

nous avons examiné, par voie ébullioscopique, les solutions de résorcine, dans les solutions de chlorure de baryum. La constante d'équilibre est

$$K_n = \frac{c^n}{c'} = \frac{n\,C^{n-1}(n \times 110\,\Delta e - ak)^n}{(n-1)^{n-1}\,a^{n-1}\,k^{n-1}\,(nak - n \times 110\,\Delta e)},$$

n, c, c', C et a étant le degré d'association, les concentrations des molécules simple, associée et totale (cette dernière étant exprimée en molécules simples), et la masse de résorcine dans 100^g d'eau, k et Δe la constante et l'élévation ébullioscopiques. Nous avons étudié les deux séries 0,25 M et 0,6125 M. Dans chaque série, le rapport de la masse de Cl^2Ba à la masse d'eau contenue dans le mélange est déterminé et égal en particulier à celui du mélange eau-Cl^2Ba dont la composition définit la série ; k est obtenu par la méthode des premiers passages vers zéro, et d'encadrement.

1. Pour chaque série, la résorcine dissoute dans les solutions de Cl^2Ba donne lieu à des équilibres entre molécules simples et doubles ou entre molécules simples et triples. On a :

	Cl^2Ba 0,25 M ($k = 6,28$).			Cl^2Ba 0,6125 M ($k = 7,72$).		
Concentrations.	K_2.	K_3.	K_4.	K_2.	K_3.	K_4.
0,500.....				1,40	1,33	
0,625.....	2,41	2,87		1,40	1,58	
0,750.....	2,14	2,97		1,20 (c)	1,71	
0,875.....	2,01 (a)	3,33		1,14	1,91	
1,000.....	2,07	3,93	5,02	1,14	2,22	2,72
1,125.....	2,02	4,35		1,03	2,26	
1,250.....	1,92	4,61		0,93	2,32	
1,375.....	1,53	4,07			2,51	
1,500.....		4,62			2,48	
1,625.....		4,40 (b)			2,52 (d)	
1,750.....		4,47	9,30		2,46	4,91
1,875.....		4,16	9,14		2,41	5,13
2,000.....	1,05	4,38	10,20	0,53	2,52	5,71

(a) K_2 moyen = 2,06 ; (b) K_3 moyen = 4,38 ; (c) K_2 moyen = 1,26 ; (d) K_3 moyen = 2,46.

2. La constante ébullioscopique k, plus élevée que dans l'eau, croît en même temps que la concentration en chlorure de baryum ; elle est plus grande que dans le ClK à la même concentration équivalente, de même ordre de grandeur que pour ClNa et Cl^2Ca mais plus faible que pour ClLi. On a :

		0,5 M.			0,25 M.	
	Eau.	ClK.	ClNa.	ClLi.	Cl^2Ca.	Cl^2Ba.
k	5,24	6,01	6,35	7,38	6,29	6,28
K_2	2,03	1,77	1,69	–	1,93	2,06
K_3	5,04	3,85	3,61	1,43	3,12	4,38

		1,225 M.			0,6125 M.	
	Eau.	ClK.	ClNa.	ClLi.	Cl^2Ca.	Cl^2Ba.
k	5,24	7,06	7,67	8,38	7,41	7,72
K_2	2,03	1,45	1,46	–	1,44	1,26
K_3	5,04	2,61	2,26	1,36	2,93	2,46

Les constantes d'équilibre K_2 et K_3 sont, pour les deux séries, du même ordre de grandeur que pour les concentrations équivalentes en ClK, ClNa et Cl^2Ca, alors que la constante K_3 est sensiblement plus faible pour ClLi.

3. Nous avons montré antérieurement, par voie thermodynamique, que si le chlorure de baryum possède la même pression osmotique dans le mélange ternaire que dans le solvant pur en présence du même poids d'eau, et si la résorcine obéit à la loi de Van't Hoff relative aux solutions diluées, les solutions de Cl^2Ba devaient satisfaire comme milieu aux lois de l'ébullioscopie avec une constante ébullioscopique sensiblement égale à celle de l'eau pure, résultat en contradiction avec l'expérience. On explique cette divergence en admettant une adsorption de l'eau par les ions du sel.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Les dépôts électrolytiques sur l'aluminium et ses alliages.* Note de M. **Ballay**, présentée par M. Léon Guillet.

Des dépôts électrolytiques adhérents n'ont pu être obtenus directement jusqu'ici sur l'aluminium poli; toutes les méthodes préconisées pour l'obtention de revêtements électrolytiques sur ce métal consistent à créer, en surface des objets à traiter, des rugosités où s'attachent les dépôts. Les rugosités peuvent être obtenues mécaniquement par sablage (1) ou par attaque chimique (2). Le dépolissage mécanique au jet de sable s'applique à tous les alliages d'aluminium et donne une bonne adhérence, mais il a l'inconvénient de rendre très difficile le polissage ultérieur. La méthode

(1) L. Guillet et M. Gasnier, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1253.

(2) Tassilly, *Revue de Métallurgie, Mémoires*, 11, 1914, p. 670.

chimique exigeait jusqu'ici l'emploi de réactifs différant suivant la nature de l'alliage. En fait la réalisation des dépôts électrolytiques sur l'aluminium est peu courante et considérée comme difficile malgré son grand intérêt pratique.

Nous avons cherché une méthode générale pour le nickelage des alliages d'aluminium et de l'aluminium pur, un dépôt adhérent préalable de nickel permettant évidemment de déposer électrolytiquement du cuivre, du cadmium, de l'argent, de l'or, etc.

La plupart des solutions corrodantes proposées pour la préparation de l'aluminium avant nickelage sont très fortement acides et contiennent de petites quantités d'un métal plus électronégatif que l'aluminium : fer, manganèse ou nickel, susceptible de se déposer sur l'aluminium par déplacement. Il semble qu'on ait considéré ce dépôt chimique, peu important du reste dans les solutions habituellement utilisées, comme servant uniquement d'accélérateur à la corrosion. Nous avons cherché au contraire à obtenir par déplacement un enduit métallique adhérent en réduisant la corrosion au minimum.

Nous avons constaté que cette condition s'obtenait facilement avec des solutions très chaudes (90 à 100°) de chlorure ferrique légèrement acidulées par de l'acide chlorhydrique, alors que les mêmes solutions froides attaquent l'aluminium de la même manière que l'acide chlorhydrique. La température joue un rôle très important ; ces solutions jaunes à froid sont rouges à chaud, et le dépôt chimique de fer ne s'effectue convenablement que dans les solutions de couleur rougeâtre. Nous avons donc entrepris une étude systématique des conditions de formation d'un dépôt adhérent de fer dans ces solutions ; nous avons étudié plus de 50 solutions de concentrations diverses en chlorure ferrique et en acide chlorhydrique à la température ordinaire et à l'ébullition. Nous avons opéré sur des plaquettes ayant les compositions ci-après :

Aluminium extra-pur (Al = 99,85 pour 100).
Aluminium commercial (Al = 98,5) écroui et recuit.
Alpax (Si 13 pour 100 environ), laminé, coulé en coquille ou en sable.
Duralumin, brut de coulée ou traité (Cu = 4 ; Mg = 0,6 ; Si = 0,5).
Alliage à 8 pour 100 de cuivre coulé en coquille ou en sable.
Alliage Al = 85, Zn = 15 coulé en coquille.
Almasilium (Si = 1,5 ; Mg = 1).

Les plaquettes ont été nickelées et l'adhérence appréciée par emboutissage et pliage jusqu'à rupture. Nous résumerons succinctement les résultats

obtenus en exprimant les concentrations des solutions de chlorure ferrique en grammes de fer et les concentrations d'acide chlorhydrique en nombres de molécules de HCl par litre.

A froid, des dépôts d'une adhérence remarquable peuvent être obtenus dans des solutions riches en fer contenant par exemple 25 à 30^g de fer et $6^{mol},5$ à 9 de HCl par litre, mais la corrosion est trop forte pour qu'ils soient pratiquement intéressants lorsque les pièces doivent être ultérieurement polies.

Les solutions de chlorure ferrique non acidifiées, qui se troublent à chaud par hydrolyse, ne peuvent être utilisées. L'acide tartrique empêche l'hydrolyse et les solutions ainsi constituées donnent sur l'aluminium un dépôt de fer adhérent. Les solutions alcalines (en présence d'acide tartrique) donnent un dépôt de fer non adhérent.

C'est dans les solutions acides (chlorhydriques) de chlorure ferrique bouillantes ou au voisinage de l'ébullition que les résultats sont le plus intéressants. Nos recherches ont porté sur des solutions contenant, par litre, $1^g,7$ à 43^g de fer et de 0 à $1^{mol},7$ de HCl. Pour des concentrations convenables en ces deux corps, on obtient sur l'aluminium et ses alliages un enduit de fer qui donne au dépôt électrolytique de nickel une grande adhérence. La présence de fer peut être mise en vue par immersion de la plaquette dans une solution de ferricyanure chloruré. Quoique les concentrations optima en $FeCl^3$ et HCl varient un peu avec la composition des alliages, certaines solutions de concentrations variables, dans d'assez larges limites d'ailleurs, conviennent bien pour tous les alliages étudiés. Les plus intéressantes sont comprises dans les limites :

$$Fe = 6 \text{ à } 22^g \text{ par litre;} \qquad HCl = 0,10 \text{ à } 0^{mol},70 \text{ par litre.}$$

L'adhérence est moins bonne sur le duralumin trempé et revenu que sur le même alliage coulé et recuit, et en général que sur tous les autres alliages étudiés. Tous les bains de nickelage peuvent être employés pour le nickelage de l'aluminium suivant cette méthode et nous avons vérifié qu'il était inutile d'employer des bains contenant des doses élevées de sulfate de sodium ou de magnésium, comme on l'a recommandé quelquefois, le nickel n'étant pas déplacé des solutions de nickelage courantes par l'aluminium. Les bains de nickelage fonctionnant à chaud, à forte densité de courant, permettent l'obtention rapide de dépôts adhérents.

Les dépôts de nickel ainsi obtenus se chroment et se cuivrent aisément en bain de sulfate de cuivre acide.

Ces recherches ont permis la mise au point d'une méthode industrielle de nickelage de l'aluminium et de ses alliages d'application très simple et d'une grande souplesse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des combinaisons dites tétrahydropyroniques.* Note de M. **R. Cornubert**, présentée par M. Marcel Delépine.

Une vingtaine de cyclanones des types $—CH^2—CO—CHR—$ et $—CHR—CO—CHR'—$ nous ont actuellement donné, par réaction avec l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique, des combinaisons représentant une condensation d'une molécule de cétone et de deux molécules d'aldéhyde avec élimination d'une molécule d'eau. Quelques corps de ce type ont été précédemment isolés dans d'autres séries par différents auteurs et ont été dénommées « combinaisons tétrahydropyroniques » sans que leur constitution ait été réellement démontrée.

Nous avons en conséquence entrepris l'examen de la constitution de ces corps; cette étude se poursuit actuellement. Mais simultanément nous avons cherché à établir directement que les restes benzaldéhydiques sont situés en α et α' par rapport au CO; dans la présente Note, nous allons rendre compte d'essais engagés dans ce but.

Nous nous sommes basé sur les faits expérimentaux suivants : l'$\alpha\alpha'$-diméthylcyclohexanone I et l'α-méthyl-α'-benzylcyclohexanone II donnent leurs « tétrahydropyroniques » avec des rendements respectifs de 100 et de 97 pour 100 :

I $—(CH^3)CH—CO—CH(CH^3)—$ III $—(CH^3)^2C—CO—CH(C^7H^7)—$

II $—(CH^3)CH—CO—CH(C^7H^7)—$ IV $—(CH^3)CH—CO—C(CH^3)(C^7H^7)—$

Par suite, si, dans la cétone II, les atomes d'hydrogène situés en α et α' sont effectivement engagés lors de la condensation avec l'aldéhyde benzoïque, le remplacement de l'un ou de l'autre par un groupe méthyle devra entraver totalement la production de tétrahydropyronique. Nous avons donc préparé les cétones III et IV et nous avons cherché à les condenser avec l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique; toutes deux ont été retrouvées inaltérées.

Malgré ce résultat nous ne pouvions rejeter complètement la possibilité de l'intervention d'atomes d'hydrogène en β, γ ou ω lors de la formation des pyroniques, et nous devions nous demander si, la cétone II possédant

une certaine propriété, celle-ci peut rigoureusement disparaître par introduction d'un groupe méthyle (cétones III et IV), le support de cette propriété subsistant en passant de la formule II aux formules III et IV. Ne connaissant pas de transformation permettant de comparer la valeur réactive des atomes d'hydrogène en β, γ ou ω, nous avons cherché à établir le degré de possibilité de cette proposition en examinant comparativement l'activité du CO chez ces cétones.

En opérant dans les mêmes conditions lors de la préparation des oximes d'une part, des semicarbazones d'autre part, nous avons observé que ces trois cétones donnent leurs oximes avec un rendement excellent; par contre l'étude de la formation des semicarbazones des cétones II, III et IV a conduit aux rendements respectifs 58, 41 et 0 pour 100. Toutefois, en opérant en présence d'un grand excès de semicarbazide, nous avons pu obtenir une petite quantité de semicarbazone de la cétone IV.

Une propriété déterminée de la cétone II n'intéressant pas les atomes d'hydrogène en α peut donc disparaître dans certaines conditions expérimentales par introduction d'un simple groupe méthyle en α dans cette cétone et, par suite, l'annihilation de la réaction aux pyroniques chez les cétones III et IV n'a pas une valeur démonstrative absolue. Le fait que le rendement en pyronique tombe d'une valeur théorique à une valeur nulle en passant de la cétone II aux cétones III et IV tendrait cependant à faire accorder une certaine probabilité à l'idée que les atomes d'hydrogène en α et α' sont engagés lors de la formation des pyroniques.

La cétone III a été préparée par hydrogénation de la benzylidène-$\alpha\alpha$-diméthylcyclohexanone par catalyse au nickel. Ce liquide présente les constantes suivantes : $Eb_{29} = 179°$; $d_{13} = 1{,}005$; $n_D^{13} = 1{,}5251$; R.M. 65,9; calc. 65,7; oxime F. 145°; semicarbazone F. 201-202°.

La cétone IV a été engendrée par benzylation de l'$\alpha\alpha'$-diméthylcyclohexanone I, ce qui a donné simultanément une petite quantité de diméthyldibenzylcyclohexanone F. 78°. La cétone IV bout à 174° sous 22^{mm} et présente les constantes suivantes : $d_{18,5} = 1{,}014$; $n_D^{18,5} = 1{,}5297$; R.M. 65,8; calc. 65,7; oxime F. 155-156°; la semicarbazone n'a pu être isolée tout à fait pure.

La cétone II, obtenue par hydrogénation catalytique au nickel de la benzylidène-α-méthylcyclohexanone, a fourni une oxime fondant à 115° et une semicarbazone fondant à 163-164°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Passage d'un aminoxyde tertiaire en une dialcoyl-hydroxylamine : la N-oxynornarcéine.* Note de MM. **Max** et **Michel Polonovski**, présentée par M. A. Desgrez.

Nous avons décrit ([1]) les aminoxydes d'hydrastine et de narcotine et nous avons signalé que ces composés se transformaient facilement en des isomères nouveaux de constitution toute différente. Nous rapporterons ici l'étude de la transposition du N-oxyde de narcotine, nous réservant de revenir prochainement sur celle du N-oxyde d'hydrastine.

La transformation de l'aminoxyde de narcotine, très rapide à chaud, est assez lente à froid, en solution chloroformique, pour permettre d'en suivre la marche. La solution à 10 pour 100 environ, préalablement desséchée sur Na^2SO^4, et parfaitement limpide, se trouble à froid en 24 heures; on voit apparaître des gouttelettes d'eau, qui, augmentant peu à peu, forment au bout de 4 jours une mince couche qui surnage. Des prélèvements effectués de temps en temps sur la solution permettent de constater une chute graduelle du pouvoir rotatoire, de $\alpha_D = 35°$ à 0°, en même temps qu'un titrage à l'aide d'une solution décinormale alcoolique de HCl accusait une diminution parallèle de l'alcalinité à l'hélianthine. Ces faits indiquent que les trois phénomènes sont concomitants, et que la perte de H^2O est accompagnée de migrations qui affectent le C asymétrique du noyau isoquinoléique et font perdre à l'azote sa basicité.

Comme d'autre part le composé final est insoluble dans les acides dilués, irréductible par SO^2 et même par Zn et HCl et ne réagit ni avec l'anhydride acétique ni avec CH^3I, il est évident que l'O oxydique de l'azote s'y trouve bloqué, vraisemblablement éthérifié par le carboxyle du groupe opianique.

Ajoutons en passant que ce composé absorbe en solution chloroformique Br^2 en donnant un bromhydrate d'un *dérivé monobromé* fondant à 186° (C 52,16 pour 100; H 4,12 pour 100; N 2,85 pour 100; Br 16,9 pour 100; calculé pour $C^{22}H^{27}NO^8Br$, C 51,97 pour 100; H 4,32 pour 100; N 2,76 pour 100; Br 15,75 pour 100) et qui se comporte dans toutes ses réactions comme le composé primitif.

Dissous dans 20 parties de HCl concentré, suivant la technique déjà décrite par Drummond et McMillan ([2]), notre produit de transposition s'hydrolyse et donne un chlorhydrate (F 213°), presque insoluble, qui se dissocie dans l'eau en un composé (F. 191°), à réaction également acide et soluble dans les carbonates alcalins.

En traitant ce produit d'hydrolyse, ou le dérivé primitif, par HCl gazeux et un alcool, nous avons obtenu des éthers bien cristallisés, insolubles dans les alcalis, solubles dans C^6H^6, alcalins à l'hélianthine, et donnant avec les acides des sels cristallisés facilement dissociables [chlorhydrate de l'éther éthylique, F. 197°; éther éthy-

---

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 341.

([2]) Drummond et McMillan, *J. of chem. Soc.*, 129, 1926, p. 2702.

lique, F. 151° (C 60,05 pour 100; H 6 pour 100; N 3,33 pour 100; calculé pour $C^{24}H^{29}O^9N$, C 60 pour 100; H 6,1 pour 100; N 2,95 pour 100) éther méthylique $C^{23}H^{27}O^9N$, F 137°].

L'alcalinité à l'hélianthine, la neutralité au tournesol de ces éthers nous indiquaient que la fonction basique ne s'y trouvait pas sous forme d'amine secondaire ou tertiaire, mais bien de $= N - OH$. Déjà dans l'acide, encore plus dans les éthers, nous voyons apparaître la fonction hydroxylamine, qui était complètement masquée dans le corps neutre primitif. En effet, tous ces dérivés s'altèrent facilement par les alcalis, *réduisent* la liqueur de Fehling, $HgCl^2$ et NO^3Ag ammoniacal *et réagissent enfin vivement avec* SO^2, non comme les amixoxydes qui se réduisent ou donnent des éthers sulfuriques très instables, mais en conduisant presque intégralement à des acides sulfaminiques $R = N - SO^3H$, très stables vis-à-vis des agents hydrolysants (*dérivé sulfaminique de l'acide*, F. 175°, *dérivé sulfaminique de l'éther éthylique* 146°), *toutes réactions caractéristiques des dialcoylhydroxylamines.*

Nous avons apporté la preuve de cette hypothèse par la réduction ménagée de ces composés. Par SO^4Fe, en milieu sodique, nous avons, en effet, réussi à obtenir presque quantitativement, par réduction de l'acide provenant de l'hydrolyse de notre dérivé de transposition, un corps neutre, soluble dans la soude, insoluble dans les carbonates alcalins et que nous avons identifié avec la *nornarcéine* décrite par Raabe (F. 225°, chlorhydrate F. 146°, transformation en iodométhylate d'éthylnarcéine F. 208°).

Le passage de l'aminoxyde de narcotine en nornarcéine rappelle en quelque sorte celui de l'iodométhylate de narcotine en narcéine et peut être représenté par le schéma suivant :

Hydrate de N-oxyde de narcotine.	$\xrightarrow{-H^2O}$	Anhydro-N-oxy-nornarcéine.	$\xrightarrow{+H^2O}$	N-oxynornarcéine.	$\xrightarrow{+H^2}$	Nornarcéine.
CH, N(CH³)(OH)OH; CH—O; CO		CH², CO; N—CH³, O, CO		CH², CO, COOH; N(CH³)OH		CH², CO, COOH; NHCH³

Le composé initial de transposition résulte donc de l'ouverture du cycle basique par perte de H^2O et formation d'un anhydride interne de la fonction hydroxylamine ainsi créée par le carboxyle délactonisé : c'est une

anhydre N-*oxynornarcéine*, que HCl hydrolyse en N-*oxynornarcéine*. Cette curieuse transposition d'un aminoxyde en une dialcoylhydroxylamine confirme la formule $\equiv N \langle {}^{OH}_{OH}$ que nous avons toujours préconisée pour les aminoxydes véritables et met une fois de plus en évidence le rapprochement que nous avons souvent signalé entre les N-oxydes d'amine tertiaire et les hydroxylamines substituées.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Massif de la Rhune* (*Basses-Pyrénées*). Note de M. **Pierre Viennot**, présentée par M. Pierre Termier.

Le Massif de la Rhune, qui termine les Pyrénées françaises au voisinage de l'Océan, a été étudié par de nombreux géologues : visité par la Société géologique de France en 1866, il a été spécialement, depuis cette époque, l'objet des travaux de Stuart-Menteath et de Seunes. L'analyse en est difficile, à cause de certaines similitudes de faciès lithologiques, de l'abondance des éboulis, et surtout de l'exubérance de la végétation, véritable maquis où domine la fougeraie. Depuis trois ans, j'ai exploré à diverses reprises le versant français de ce massif, en vue de la révision de la carte géologique (feuille *Bayonne*), ici très schématique.

Stratigraphie. — Le Paléozoïque de la Rhune (versant français) se compose de schistes, phtanites, quartzites et calcaires. Il a été généralement attribué au Carbonifère, mais sa stratigraphie détaillée reste encore imprécise, à cause de la rareté des fossiles. Toutefois, dans un calcaire affleurant à 200^{m} au nord de la cote 178 (rive droite de la Lancette), le microscope m'a permis de trouver les petits organismes dont l'assemblage est caractéristique du Dinantien (Viséen?) : *Calcisphæra*, *Endothyra*, *Valvulina*, radioles de Paléchinides, avec des Lithistidés. Quant aux phtanites, ils se sont montrés particulièrement riches en Radiolaires (Liosphéridés, Stylosphéridés, Cubosphéridés,...) dans le petit lambeau isolé au voisinage de Sare, en recouvrement sur le Trias, et rapporté par Seunes à l'Albien. Le Stéphanien supérieur, dont la flore est depuis longtemps connue, affleure particulièrement dans le ravin à l'est du Col des Trois Fontaines. Mais les conditions d'observation sont si mauvaises qu'il m'a été impossible de séparer le Stéphanien du Carbonifère plus ancien, et de préciser s'il y a concordance ou discordance entre le Stéphanien et le Permien, auquel il convient de rapporter des schistes argileux rouges pouvant atteindre une centaine de mètres d'épaisseur au moins, superposés aux schistes à

plantes, mais qui paraissent localisés au secteur situé à l'est de la route d'Ibardin.

Au-dessus viennent en concordance des conglomérats à gros galets quartzeux, que leur extension assez régulière permet de considérer comme un horizon stratigraphique à la base du Trias (crête de la Petite Rhune). Puis viennent les grès puissants du Trias inférieur (crête de la Grande Rhune et versant nord de la Petite Rhune) dans lesquels s'interstratifient, surtout vers le haut, des schistes argileux rouges, très semblables à ceux du Permien, et que Stuart-Menteath a proposé d'appeler argilites. Le passage au Keuper, composé d'argiles bariolées gypsifères avec quelques cargneules (nord de Sare), est lui-même insensible; toutefois, j'ai réussi à retrouver, en un point situé à l'ouest de la cote 65 et au sud de la cote 25 (1^{km} au sud-ouest d'Ascain), une mince lentille de calcaire gris attribué par les auteurs au Muschelkalk et qui peut servir à préciser localement la limite entre Trias inférieur et Trias supérieur. Au nord de Sare, dans la coupe la plus complète, le Lias fossilifère (Charmouthien et Toarcien) repose sur le Keuper.

Le Crétacé est discordant, et débute par des grès à *Orbitolina conoidea* (= *subconcava*) — *discoidea*, probablement aptiens, passant vers le haut à des schistes noirs où des fossiles albiens ont été signalés antérieurement. Des lentilles calcaires (Ascain, Croix-de-Sainte-Barbe), où j'ai retrouvé la même Orbitoline avec *Lithophyllum amphiroæformis*, paraissent contemporains de ce complexe, où la rareté des fossiles caractéristiques s'oppose à une analyse stratigraphique détaillée. Vers le Nord, le Flysch (Cénomanien, Turonien, Sénonien), très épais et très plissé, couvre des territoires considérables.

Pétrographie. — Le Paléozoïque est envahi par le granite du massif de Licarlan, bordé d'une auréole métamorphique où abondent les filons pegmatitiques et où se rencontrent des gîtes d'hématite (600^{m} au nord de l'embouchure de la Lancette). Des coulées basaltiques, que j'ai décrites antérieurement, s'interstratifient dans les schistes rouges permiens, au voisinage de leur sommet. J'en ai trouvé récemment un nouvel affleurement, le plus occidental, 600^{m} à l'est du contour que décrit la route d'Ibardin à 1^{km} de la frontière. Quant à l'ophite, elle apparaît en gisements laccolitiques, strictement localisés dans le Trias supérieur, comme sur toute la longueur de la chaîne.

Tectonique. — La structure du versant français de la Rhune est dominée par deux anticlinaux principaux, dont la zone axiale est jalonnée par

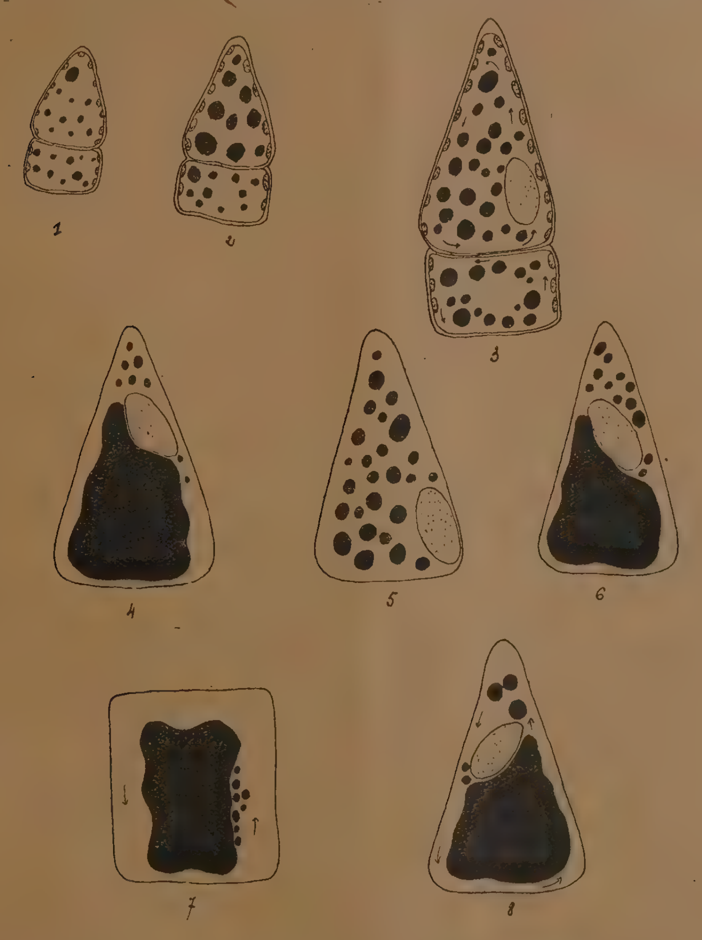
le Carbonifère et le Permien : 1° Le sommet de la Grande Rhune est exactement situé sur l'axe d'une voûte symétrique de grès triasiques, érodée vers l'Ouest où elle est ouverte jusqu'au Permien avec basalte dans le ravin au nord du Col de Sisquille, et même jusqu'au Carbonifère dans le grand ravin de Berra, en territoire espagnol et à une centaine de mètres de la frontière. La voûte de grès triasiques, toujours symétrique, est conservée au Camp des Émigrés, puis de nouveau érodée à partir du méridien du Col d'Ibardin, de sorte que le Carbonifère injecté de granite affleure vers l'Ouest. — 2° Un axe anticlinal plus septentrional se suit aisément depuis le fond du grand ravin qui descend vers Sare jusqu'à la route d'Ibardin. Ce pli est faillé et déversé au Sud, et le contact anormal qui correspond à son flanc inverse laminé coïncide à peu près avec les thalwegs des ravins bordant au Sud la Petite Rhune, Hucelhaya, le Mont de Ciboure et la colline plus occidentale; le flanc méridional de ces collines est occupé par les schistes permiens avec basalte, et le Carbonifère affleure localement dans les zones les plus érodées. Vers l'Ouest, ce grand pli s'amortit dans le Trias inférieur à la hauteur de la route d'Ibardin; vers l'Est son axe plonge très brusquement au sud-ouest de Sare, où se dessine sa terminaison périclinale. Il est d'ailleurs compliqué de replis secondaires, eux-mêmes faillés; l'un de ces replis est bien visible dans la belle coupe fournie par la tranchée du chemin de fer à crémaillère, à la traversée de la crête de la Petite Rhune; ces plis faillés deviennent plus nombreux vers le Sud-Est, de sorte que l'ophite qui affleure à 1^{km} au sud-ouest de Sare est pincée en synclinal aigu dans ce complexe.

Le Massif de la Rhune apparaît tectoniquement indépendant du Carbonifère broyé du Labourd, dont un petit lambeau isolé repose tout près de Sare sur la série triasique plongeant au Nord. D'autre part, il est séparé du Flysch prépyrénéen par un contact, généralement anormal, dont la nature tectonique, particulièrement nette entre Ascain et Saint-Pée, est en relation avec des injections de Trias : la cuvette d'Aptien et d'Albien au nord de Sare flotte sur le Keuper plastique.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution du vacuome des* Chara *dans ses relations avec les mouvements du cytoplasme.* Note de M. **Cazalas**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Si l'on observe, avec la méthode des colorants vitaux, les cellules subapicales et apicales des très jeunes folioles entourant les points végé-

tatifs chez le *Chara major* var. *hispida*, on constate que le vacuome est constitué à ce stade par de nombreuses vacuoles très petites (*fig.* 1, 2) qui comprennent en général une partie centrale chromatique, de teinte orangée et une zone claire très mince limitant la vacuole. Cette distinction s'efface par la suite et le contenu des vacuoles se colore uniformément.



Les jeunes vacuoles, en s'hydratant, grossissent progressivement, alors que le cytoplasme jusque-là immobile commence à être le siège de mouvements locaux, indiqués par les trépidations et les déplacements rapides des fines granulations qu'il contient : cette agitation suffit déjà parfois à produire la fragmentation d'une vacuole en deux avec étirement.

Les vacuoles sphériques sont entraînées par les courants protoplasmiques et les unes s'éloignant de la périphérie ralentissent tandis que d'autres qui les précèdent s'y maintiennent et viennent buter contre elles, se déformant seulement ou se fusionnant. Ainsi, prennent naissance des vacuoles de dimensions plus importantes. Il arrive parfois qu'une de ces grosses vacuoles vient au centre de la cellule. Immobile quelques instants, elle ne tarde pas à être fragmentée par quelques remous et les petites vacuoles formées regagnent peu à peu les couches périphériques qui les entraînent à la vitesse maximum.

Ces phénomènes sont beaucoup plus marqués dans les cellules apicales que dans les subapicales et vraisemblablement à cause de la forme conique des premières, dans lesquelles des tourbillons se produisent au voisinage de la pointe et opèrent dans la masse un brassage important. Au cours de l'évolution de ces cellules, le vacuome adulte présente l'aspect suivant : vacuoles importantes constamment déformées, petites vacuoles sphériques, toutes entraînées par les mouvements cytoplasmiques. En général, le vacuome est situé à la périphérie de la cellule suivant la direction approximative des génératrices du cône. A la base de la cellule, le protoplasme s'étale et ralentit; les vacuoles arrivant rapidement dans cette région se rencontrent, s'entassent et la plupart fusionnent leur contenu. Le vacuome comprend alors une grande vacuole aux contours oscillants et de nombreuses petites vacuoles sphériques (*fig*. 4). Puis la grande vacuole, entraînée vers le sommet de la cellule, s'amincit à la partie antérieure et, en arrivant dans la zone où les mouvements cytoplasmiques sont les plus intenses, présente des contours imprécis et subit une fragmentation qui peut être totale. Le résultat est la formation de nombreuses petites vacuoles (*fig*. 5) qui, entraînées par le protoplasme, vont à nouveau se grouper à la base de la cellule et, pour la plupart, fusionner leur contenu en reconstituant la grande vacuole (*fig*. 6). Mais le plus généralement la fragmentation n'est que partielle et laisse une vacuole dont le volume est sensiblement quatre à cinq fois celui d'une des petites vacuoles de fragmentation. Réciproquement, ces dernières ne participent jamais en totalité à la formation de la grande vacuole.

Le vacuome âgé est caractérisé par une fragmentation réduite de la grande vacuole; celle-ci détache encore de petites vacuoles qui, après avoir effectué isolément un très court trajet, s'incorporent de nouveau à la grande vacuole (*fig*. 7). L'unité ainsi reconstituée de cette dernière n'est que de courte durée; en effet, le noyau entraîné à la vitesse de 10 à 13 μ/s et arri-

vant au sommet de la cellule (*fig.* 8) exerce sur la grande vacuole une pression qui ne tarde pas à déterminer une fragmentation donnant naissance à une ou plusieurs petites vacuoles. Très rapidement, celles-ci sont reprises par la grande vacuole.

Jusqu'ici les exemples connus de dislocation et d'agrégation du vacuome n'ont été signalés que chez les plantes carnivores, telles que les *Drosera* et les *Drosophyllum* : on rattache cette propriété à l'influence d'excitations naturelles ou artificielles en relation avec le mode de nutrition de ces plantes [1].

Nos observations montrent que ces phénomènes ne sont pas particuliers aux plantes carnivores et c'est ce qui en constitue le principal intérêt.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un curieux cas de prolifération florale chez* Rosa alpina *L.* Note de Mlle **Gabrielle Bonne** et M. S. **Buchet**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Au début d'août 1928, l'un de nous récolta dans le bois de la Madeleine, au voisinage de l'Institut alpin du Lautaret, une sommité de tige de ce rosier présentant des feuilles rapprochées et déformées qui pouvait faire songer à une acrocécidie. En écartant les feuilles terminales de ce soi-disant bourgeon, on découvrait de longs poils blancs qui pouvaient passer pour anormaux et laisser croire qu'il s'agissait de l'action d'un Ériophyide.

Non seulement la recherche du parasite ne donna aucun résultat, mais l'étude attentive et la dissection nous montrèrent que nous étions en présence d'une fleur prolifère, dont l'axe prolongé n'était, si l'on peut s'exprimer de la sorte, que le *réceptacle évaginé* et considérablement allongé, présentant sur toute sa longueur, à des hauteurs successives, la libération désordonnée des pétales, étamines et carpelles plus ou moins reconnaissables malgré leur tendance, de plus en plus grande de bas en haut, à prendre l'aspect foliacé.

A la base même de cette déformation, il était facile de reconnaître le calice représenté par un verticille régulier de cinq véritables feuilles 5-foliolées et presque normales, bien que certaines eussent 2-3 folioles du même côté plus ou moins concrescentes par leurs bords. Ces feuilles étaient complètement libres entre elles et assez longuement pétiolées. Elles enveloppaient

(1) Pour la bibliographie très importante du sujet, consulter Homès, *Bulletin Soc. Royale de Belgique*, 61, 1929, p. 147.

jusqu'aux trois quarts de sa hauteur la prolifération centrale dont l'axe était incurvé en crosse, et cachaient de la sorte les appendices les moins modifiés. En écartant ces feuilles sépalaires, on constatait que l'une d'elles (nous l'appellerons le sépale α) présentait de chaque côté de son aisselle un pétale dont l'un était rudimentaire, mais l'autre à peine modifié dans sa nervation et son aspect, et seulement assez étroit; ce dernier portait dans son aisselle une étamine presque normale. Entre les autres sépales ou vis-à-vis d'eux, il n'existait pas trace d'autres pièces florales ni de cicatrices de leur chute : mais au-dessus d'eux on retrouvait ces pièces, de plus en plus transformées, tout le long de l'axe prolongé. Du côté du sépale α, l'axe restait nu jusqu'à mi-hauteur et là, en même temps qu'il se courbait en crosse par ralentissement de croissance sur cette face, il s'entr'ouvrait brusquement ou plutôt s'étalait par une sorte de boutonnière dont les bords donnaient insertion vers le bas à une dizaine d'étamines ou de staminodes et dont le fond couvert de longs poils blancs, unicellulaires et sclérifiés, donnait insertion à des carpelles, les 1-2 inférieurs bien reconnaissables, mais sans style, les autres transformés en folioles. La surface de cette boutonnière, évidemment comparable à l'aire interne d'une cupule normale, avait donc ici sa paroi formée par une moitié seulement de l'axe, l'autre se terminant par la libération des étamines restées presque normales du côté du sépale α et des deux pétales inférieurs. La moitié luxuriante de l'axe, vis-à-vis des quatre autres sépales, en même temps qu'elle se courbait par exagération de sa croissance, libérait successivement, depuis le bas jusqu'au sommet, des pièces pétaloïdes, puis semi-pétaloïdes, présentant souvent une moitié d'anthère sur un de leurs bords, enfin de véritables feuilles; plusieurs de ces dernières possédaient même des bourgeons axillaires très développés.

L'intérêt de cette monstruosité est de jeter quelque lumière sur la construction florale de la Rose, sur les affinités du genre *Rosa* avec ses voisins et peut-être aussi de donner la vraie signification des proliférations bien connues des Roses cultivées dont les exemples étudiés jusqu'alors étaient trop retournés au type foliaire pour qu'on y retrouve comme ici la nature florale des appendices.

En particulier, la déduction à tirer des faits précédents se trouve en complet accord avec l'explication donnée par l'un de nous, dans un travail récent [1], de la cupule florale de la Rose. Il suffit pour le vérifier de constater qu'ici la concrescence des sépales et d'une partie des pétales ne s'est

---

[1] G. Bonne, *Recherches sur le pédicelle et la fleur des Rosacées* (Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1928).

point faite avec la région interne de la cupule, qui *seule est selon nous de nature axiale*. De ce fait on peut supposer qu'au lieu d'être entraîné et soulevé sur son pourtour par la croissance plus rapide des appendices connés avec lui, et par conséquent de se creuser, l'axe devenu libre a continué sa croissance vers le haut comme dans le genre *Rubus* (dont le travail cité montre tous les caractères de parenté). D'autre part, la libération des étamines du côté du sépale α, anticipée par rapport à celles du côté opposé, met à nu la surface portant les carpelles en amenant un trouble si brusque et si considérable dans la symétrie et la croissance qu'il est impossible de ne pas en conclure qu'il n'existe rien d'autre dans l'axe floral que la somme des appendices coalescents.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la présence en France du* Gastrophilus inermis (*Brauer*). Note [1] de M. G. **Dinulescu**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

La biologie du *Gastrophilus inermis* était peu connue jusqu'à présent. De l'état adulte on ne possède que la description faite par Brauer (1858) [2] sur deux individus obtenus d'éclosion.

Henry (Alfort) a décrit en 1909 le troisième stade sur des larves trouvées en France dans le rectum du cheval [3]. L'année dernière j'ai décrit les œufs et le premier stade larvaire sous lequel cet œstride est la cause d'une affection assez répandue sur les chevaux en France (*dermatite estivale des joues*) et dont on ne connaissait pas l'agent pathogène. J'ai décrit en même temps cette affection que j'ai appelée *myiase gastrophilienne* des joues du cheval [4]. Enfin, avec Henry, j'ai décrit tout récemment le deuxième stade larvaire du *Gastrophilus inermis* [5]. Il restait donc à trouver en France les adultes de ce Gastrophile. Comme il est très difficile de l'observer en liberté, ou même d'en trouver les nymphes, j'ai cherché à suivre quelque temps l'évolution des larves à l'intérieur du cheval. J'ai pu observer cette évolution à partir du mois d'avril jusqu'à la fin du mois d'août 1929, sur des larves fixées dans le rectum des chevaux tués à l'abattoir de Vaugirard. Dans les deux premiers mois les larves arrivées au troisième stade ne font qu'augmenter de volume. Le mois suivant la plupart des larves présentent une sorte de plissage de la paroi des deux derniers segments et un rétrécis-

---

(1) Séance du 27 janvier 1930.

(2) F. Brauer, *Verh. d. K. k. Zool. bot. Gesellschaft*, 8, 1858, p. 464.

(3) A. Henry, *Recueil de Méd. Vétér.*, 86, 1909, p. 319.

(4) G. Dinulescu, *Annales de Parasitologie*, 7, v, 1929, p. 419-429.

(5) A. Henry et G. Dinulescu, *Diptera*, 5, 1930, p. 172-173.

sement de la chambre stigmatique. Ces larves effectuent donc à l'intérieur de l'hôte le début du stade nymphal. Toutes ces larves, détachées de la muqueuse du rectum, mises dans du sable stérilisé et desséché, puis gardées à une température de 25-28°, continuent l'évolution nymphale. Les adultes éclosent après une durée de 21-26 jours. J'ai pu obtenir ainsi quelques dizaines d'individus mâles et femelles. Les caractères de ces individus correspondent, sur tous les points, au *Gastrophilus inermis*, d'après la diagnose donnée par Brauer. (M. Henry m'a fait connaître qu'il a obtenu difficilement des adultes de quelques nymphes.)

En tenant compte de ces derniers faits, l'évolution de cet œstride peut se résumer ainsi : Les larves primaires issues des œufs déposés sur les poils de la face du cheval pénètrent dans les tissus de la peau de la face et arrivent dans la muqueuse de la bouche oú elles restent jusqu'au stade suivant. Elles se rendent ensuite dans le rectum où elles accomplissent le deuxième et le troisième stade larvaire. Expulsées au dehors elles s'enfoncent dans la terre pour continuer leur stade nymphal d'où sort l'adulte.

D'après les dates des observations sur l'évolution des larves et sur les éclosions des adultes, je peux conclure que ce Gastrophile, répandu en France, doit être plus fréquent à l'état adulte pendant le mois de juillet, mais sa présence ne dépasse pas le milieu du mois d'août. Cette période correspond avec l'apparition, sur les chevaux, de la *myiase gastrophilienne des joues*.

ENTOMOLOGIE. — *Variation de certaines pièces de l'armature génitale mâle de* Pollenia rudis *F.* (*Diptère* Calliphorinæ); *importance de cette variation pour la notion d'espèce chez les Myodaires supérieurs.* Note de M. L. **Mercier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude de l'*ædeagus* (pénis) et du *forceps* de nombreux mâles de *Pollenia rudis* F. capturés à Luc-sur-Mer et à Caen m'a montré que ces organes présentent de la variation dans leur structure. J'ai reconnu l'existence de trois types se rapportant respectivement aux formes suivantes : *P. rudis rudis* F., *P. rudis luciencis* Mercier et *P. rudis bisulca* Pand..

1° *P. rudis rudis* F. et *P. rudis luciencis* Mercier. — Ces deux formes ne présentent aucune différence appréciable dans la conformation du forceps; les paralobes (*fig.* 5) sont droits à l'apex et leur longueur ne dépasse pas sensiblement celle des mésolobes. Mais par contre, la structure de l'ædeagus est différente dans les deux formes (comparer la figure 1 et la figure 3). En par-

ticulier, chez *P. rudis rudis* (*fig.* 1), chaque lobe ventral présente une baguette chitineuse (*b*) qui n'existe pas chez *P. rudis luciencis*.

2° *P. rudis bisulca* Pand.. — J'ai reconnu l'existence de cette forme à Luc dès 1927 [1]. La structure de l'ædeagus est du même type que chez *P. rudis luciencis* (comparer la figure 3 et la figure 4); mais la conformation du



Pénis de : *P. rudis rudis* (1), de *P. rudis alajensis* (2) (d'après Rohdendorf), de *P. rudis luciencis* (3) et de *P. rudis bisulca* (4); *b*, baguette chitineuse du lobe ventral. × 110. 5, Paralobe de *P. rudis rudis* et de *P. rudis luciencis*. × 110. 6, Paralobe de P. *rudis bisulca*. × 110.

forceps est différente. En effet les paralobes (*fig.* 6) sont un peu crochus à l'apex et sensiblement plus longs que les mésolobes.

Tous les mâles de *Pollenia* que j'ai capturés à Caen en 1927 et en 1929 sont du type *P. rudis rudis*, alors que les mâles recueillis à Luc, dans une même station, appartiennent aux trois types : *P. rudis rudis*, *P. rudis luciencis* et *P. rudis bisulca*.

---

[1] L. Mercier, Pollenia bisulca *Pand.* (*Myodaire supérieur, Calliphorinæ*) *est-il une bonne espèce?* (*Bull. Soc. zool. de France*, 52, 1927, p. 324).

Rohdendorf (1926) (¹) avait déjà constaté une variation dans la structure du pénis de *P. rudis*; ce qui l'a conduit à reconnaître une forme : *P. rudis alajensis* Rhod. (*fig.* 2). On peut donc admettre que l'espèce collective (linnéon) *P. rudis* renferme au moins quatre formes.

Quel est le déterminisme de cette dislocation de l'espèce? On sait que des causes telles que le parasitisme larvaire (Villeneuve, 1925, 1928) (²), le rythme saisonnier (L. Mercier, 1929) (³) sont susceptibles d'influencer des caractères utilisés dans la discrimination des espèces, en particulier l'armature génitale mâle. Mais l'expérimentation seule, grâce à des élevages appropriés, permettra de résoudre le problème en rendant possible la connaissance de la formule héréditaire des différentes formes. Tant que nos connaissances biologiques sur *P. rudis* (linnéon) ne seront pas plus approfondies, il serait prématuré de considérer, par exemple, *P. rudis rudis*, *P. rudis luciencis* et *P. rudis bisulca* comme des jordanons (espèces-unités). Pour ma part j'admets que ce sont des *espèces jointives*, c'est-à-dire des formes dont la valeur au point de vue génétique n'est pas établie, mais qui peuvent cependant être différenciées par les taxinomistes.

ZOOLOGIE. — *Un mode de symbiose nouveau chez les Cochenilles.* Note de M. **Raymond Hovasse**, présentée par M. M. Caullery.

On sait, depuis Putnam (1877), Moniez (1887), que les Cochenilles renferment des symbiotes, parfois à l'intérieur d'un tissu spécial, le *pseudovitellus* des anciens auteurs. Pierantoni (1910) et Buchner (1912) nous en ont donné une connaissance sérieuse, en étudiant en particulier *Icerya purchasi* et *Lecanium corni*. Les symbiotes y sont localisés dans un organe particulier, le *mycétome*, fait de grosses cellules bourrées de microorganismes. Ceux-ci peuvent s'obtenir en cultures artificielles, ce sont des levures. Elles se transmettent de génération en génération, l'œuf s'infestant avant d'être pondu.

L'étude monographique que je poursuis d'une Cochenille assez voisine d'*Icerya purchasi*, *Marchalina hellenica*, parasite des pins des îles des

(¹) Rohdendorf, *Morphologisches Studium an äusseren Genitalorganen der Calliphorinen* (Diptera) (*Rev. Zoolo. Russe*, 6, 1926, p. 87).

(²) Villeneuve, *Espèces naissantes chez les* Calliphorinæ (*Ass. fr. avanc. des Sc., Grenoble*, 1925, p. 414); *Quelques mots sur les* Calliphorinæ *paléarctiques* (*Bull. et Mém. Soc. Entom. de Belgique*, 68, 1928, p. 147).

(³) Mercier, *Contribution à la connaissance de l'espèce chez les Myodaires supérieurs* (*Bull. Biol. France et Belgique*, 63, 1929, p. 399).

Princes, près de Constantinople, m'a fourni un mode de symbiose nouveau, non pas seulement pour les Cochenilles, mais aussi pour tous les Hémiptères. Le tissu à symbiotes est en effet ici constitué par une partie du tube digestif.

Comme chez beaucoup d'autres Rhynchotes, l'intestin digestif de *Marchalina hellenica* forme un anneau complet, appendu à un bulbe volumineux, à la fois aboutissement de l'œsophage et départ du rectum. C'est sur cet anneau que débouchent, près du bulbe, les tubes de Malpighi, ici au nombre de trois.

L'anneau se montre, à la dissection, composé de deux parties minces réunies par une troisième large et épaisse. Tandis que les cellules de ces deux-là sont petites, à bordure en brosse, telles qu'on les rencontre chez la plupart des Insectes, celle-ci est constituée par des cellules géantes, facilement visibles à la loupe. Sur coupe, on leur voit un noyau très hypertrophié, souvent mûri de prolongements qui s'étendent dans tout l'élément. Quant au protoplasma, on a peine à le voir, tout l'espace compris entre le noyau et la membrane étant rempli par une masse de symbiotes tassés les uns contre les autres.

Le reste du tube digestif est totalement indemne de microorganismes; il n'y en a aucun dans la lumière de l'intestin. Normalement, on n'en rencontre pas dans ce qui sert ici de corps adipeux. Une seule catégorie d'éléments en renferme encore chez les larves — que j'ai seules examinées à ce point de vue — : ce sont certaines des cellules épithéliales recouvrant les follicules ovariens, alors au début de leur développement. L'infection s'en sera faite par contact de cellule à cellule : les ébauches des organes génitaux sont, en effet, à ce stade, intimement appliquées contre les cellules à symbiotes de l'intestin. Il paraît vraisemblable que, par le moyen de ces cellules, l'œuf parvienne ensuite à s'infecter et que la symbiose devienne ainsi héréditaire.

Les symbiotes examinés en place sont des filaments sinueux, ayant 1^{μ} de large, une trentaine de μ de long; par dissociation, on voit qu'ils atteignent jusqu'à 50^{μ} de long. Leur colorabilité, pas plus que ces dimensions, ne les rapprochent des levures : ce sont des *bactéries typiques*, ne prenant pas le Gram. Les cultures en sont positives, principalement sur milieux gélatinés, ou sur carotte. La gélose peptonée m'a donné de moins bons résultats. Sur milieux favorables, la bactérie conserve ses caractères, ses chaînes s'allongeant seulement davantage. La symbiose d'une bactérie avec un Hémiptère est également un fait nouveau.

La bactérie n'est du reste pas le seul symbiote de la cochenille. Les cul-

tures sur carotte et milieux sucrés m'ont fourni plusieurs fois une levure à bourgeonnement actif, ne faisant pas fermenter le jus de raisin. Sur coupes, je ne suis pas arrivé encore à la retrouver, probablement parce qu'elle se confond avec les multiples types d'inclusions dont sont bourrées les cellules sanguines.

Pour apprécier les rapports de l'Insecte avec son symbiote bactérien, je l'ai fait jeûner. Au bout d'une quinzaine de jours, alors que la vitalité de la cochenille ne paraît pas diminuée, on constate que de nombreuses bactéries sont en voie d'altération : elles commencent à être digérées par leur hôte. Celui-ci les utilise donc comme une réserve alimentaire dont on comprend toute l'importance pour la phase adulte de l'Insecte, sachant que la bouche n'y est plus fonctionnelle. Cette période de jeûne obligatoire est pourtant marquée par des dépenses énergétiques considérables : la fin de la croissance des œufs, la ponte, la sécrétion autour d'elle d'un épais cocon de cire.

La symbiose est donc plus avantageuse pour l'Insecte que pour la bactérie.

BIOLOGIE. — *Suspension évolutive et hibernation larvaire obligatoire, provoquées par la chaleur, chez le moustique commun,* Culex pipiens *L. Les diapauses vraies et les pseudo-diapauses chez les insectes.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. F. Mesnil.

Le Moustique commun, *Culex pipiens* L., présente, dans les conditions naturelles, un développement larvaire continu, jusqu'à l'éclosion imaginale. Il n'y a généralement pas, semble-t-il, pour cette espèce, véritablement domestique, d'hibernation à l'état de larves, soit parce que l'espèce parvient à se conserver en état d'activité permanente dans des locaux artificiellement chauffés (forme autogène ou citadine), soit parce que les femelles cessent de se reproduire à la saison froide (forme des habitations rurales).

En faisant varier les conditions thermiques de développement du Moustique, à l'Insectarium, j'ai pu constater cependant que les larves de l'une ou de l'autre forme peuvent être expérimentalement affectées par une phase d'arrêt évolutif ou de torpeur spontanée, analogue à la diapause hivernale obligatoire qui affecte normalement les larves de certaines espèces de Culicides vivant à l'extérieur (*Aëdes geniculatus*, *Anopheles bifurcatus*, etc.). L'arrêt évolutif survient, chez les larves de *C. pipiens*, uniquement lorsque leur développement s'est effectué, depuis l'œuf, à haute température *con-*

tinue (25-28° C.). Lorsque cette température est coupée de périodes nocturnes de détente à 16-20° C., le développement s'effectue rapidement, sans arrêt. Lorsqu'au contraire la haute température est maintenue en permanence, jour et nuit, le développement, d'abord normal et rapide, se ralentit bientôt. Un petit nombre de larves seulement parviennent à la nymphose vers le 15e jour. Le plus grand nombre demeurent, sans se transformer, au quatrième stade évolutif.

Si les conditions de température élevée continue se maintiennent, les larves arrêtées spontanément dans leur évolution deviennent de plus en plus lentes et torpides; elles finissent par succomber après une survie extrême d'environ deux mois. Mais si ces larves torpides sont placées pendant quelques semaines à température basse, inférieure à 16° C., elles se réactivent et la nymphose survient rapidement si on les reporte ensuite à haute température. Ce sont donc des hivernantes obligatoires, appelées, par un développement suractif, à la nécessité de la détente du froid, pour reprendre leur évolution. Le phénomène explique sans doute pourquoi le *C. pipiens*, Moustique si fréquent sous nos climats, est si peu répandu dans les régions tropicales.

Cette suspension évolutive spontanée à la chaleur, des larves de *C. pipiens*, présente tous les caratères que nous avons définis pour les diapauses *vraies* des Insectes. Il ne faut pas entendre sous ce terme, comme le pense G. Cousin [1], dans ses recherches sur *Lucilia sericata*, de simples arrêts métaboliques provoqués par des actions banales inhibitrices du développement : froid, desséchement, manque de nourriture, etc. Les arrêts évolutifs ainsi déterminés ne sont que des pseudo-diapauses cédant rapidement lorsqu'on cesse de faire agir sur l'insecte l'action empêchante. Dans la diapause vraie ou spontanée, au contraire, l'arrêt évolutif survient sans causes apparentes, l'insecte étant placé dans des conditions favorables à la croissance et au développement. La diapause vraie correspond à un état de surmenage, de dépression nerveuse ou de fatigue, succédant à un labeur physiologique intensif et pour lequel j'ai créé le terme d'*asthénobiose* afin de le distinguer des arrêts métaboliques banaux dus à des conditions extérieures délibérément empêchantes. Que cet état d'asthénie survienne normalement dans le cycle individuel de l'insecte (Ver à soie, Pyrale du Maïs, etc.), qu'il soit hérité de l'organisme maternel cycliquement (certains Muscides) ou non (Aëdines, Phlébotomes), qu'il soit déclenché par des influences thermiques extérieures (*C. pipiens*), il se

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, **101**, 1929, p. 913, 1115, 1117.

présente toujours avec le caractère essentiel de ne pouvoir céder qu'à des influences très spéciales. Parfois, lorsque le degré d'asthénie ou d'intoxication spécifique est faible, la diapause peut être vaincue par de simples excitants brusques qui galvanisent l'activité nerveuse et secouent l'insecte de sa torpeur.

Mais, le plus souvent, l'asthénobiose ne cède qu'à une mise au repos prolongé, réalisée soit par le froid (athermobiose), soit par le dessèchement (anhydrobiose), qui réactive l'organisme en permettant son épuration physiologique.

Dans l'un et l'autre cas, l'action réactivante se présente, au point de vue de la reprise du développement ultérieur, avec la valeur d'une nouvelle intervention génératrice ou fertilisante, obligatoire, que j'ai dénommée fécondation secondaire.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Comment l'état hygrométrique de l'air peut influencer le métabolisme. De l'hypotonus en milieu chaud et humide.* Note de MM. **J. Lefèvre** et **A. Auguet**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons présenté l'an dernier ([1]) le nouveau laboratoire de Bioénergétique et sa chambre calorimétrique, appropriés aux recherches sur l'homme et sur les animaux de grande taille.

Parfaitement étanche et adiabatique, automatiquement réglée, conservant son état initial pendant toute la durée d'une expérience, cette chambre, dont l'inertie totalement immobilisée dans l'équilibre n'a plus aucune prise sur le jeu délicat des éléments de la mesure, réalise pour la première fois l'instrument exact et souple que la Bioénergétique réclamait.

Des étalonnages précis l'ont justifiée — pour CO^2, pour H^2O et pour la chaleur sensible — à quelques millièmes près. Mais surtout, par ses réglages, notre chambre peut, contrairement à celles qui l'ont précédée, choisir et maintenir sa température, choisir et maintenir son état hygrométrique. De telle sorte que certains problèmes, inaccessibles jusqu'à ce jour, pourront être maintenant résolus, parmi lesquels l'influence de la température et de l'humidité extérieures sur la valeur du métabolisme et sur la grandeur du tonus vital.

Ces deux influences ont été étudiées par nous. Nous ne présenterons toutefois ici que la deuxième, celle de l'humidité, toute nouvelle et particulièrement intéressante.

([1]) J. Lefèvre, *La Bioénergétique et son nouveau laboratoire* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 515).

Le problème se présente ainsi :

A toutes les températures et en toutes conditions, le sujet doit maintenir son équilibre homéotherme.

Cet équilibre exige l'égalité parfaite entre la *déperdition* et la *production* caloriques.

Or le sujet dégage sa chaleur sous les deux formes sensible (rayonnement) et latente (évaporation). Plus il fait chaud moins il rayonne de chaleur et plus il doit en éliminer sous forme latente par évaporation d'eau à la surface des poumons et de la peau.

Mais pour que cette évaporation se fasse, il faut que l'humidité de l'air ne s'y oppose pas, sinon l'équilibre homéotherme sera rompu.

Il y avait donc lieu de chercher *pour un sujet au repos*, en neutralité thermique ou franchement au chaud :

1° Jusqu'où l'état hygrométrique peut s'élever sans modifier la chaleur latente;

2° Quel trouble subit l'équilibre homéotherme lorsque l'atmosphère chaude s'approche de la saturation. Ces études ont été faites sur la brebis, à toison épaisse, dont le *point de neutralité* (voisin de 25° chez l'homme au repos) s'abaisse à 19 ou 20°, et qui à 25° se trouve à peu près dans les mêmes conditions de chaleur qu'un homme moyennement vêtu à 30 ou 35°.

La mesure du métabolisme a été réalisée par les deux méthodes directe et indirecte, d'ailleurs concordantes, sous des états hygrométriques variant depuis 30 pour 100 jusqu'à 85,90 et même 100 pour 100 d'humidité. Voici les résultats :

a. Jusqu'à 80 *ou* 85 *pour* 100 *d'humidité le sujet peut librement faire sa chaleur latente; il a pu même aisément l'élever de* 26 *à* 38 *calories pour résister au chaud.*

b. Mais quand l'humidité atteint et dépasse 90 *pour* 100, *l'évaporation devenant de plus en plus faible, la chaleur latente s'abaisse considérablement.*

Alors, de deux choses l'une : ou bien la « production » ne sera plus équilibrée par la « déperdition », et le sujet par sa propre chaleur entrera en hyperthermie; ou bien, au contraire, il gardera sa température normale en abaissant son métabolisme au niveau de sa déperdition.

Entre ces deux hypothèses, l'expérience tranche nettement, comme l'indique l'importante loi suivante :

c. En atmosphère chaude et humide, sans changer sa température, *l'organisme diminue son métabolisme fondamental et réduit son tonus vital de* 80 *à* 65^{cal}, *c'est-à-dire de près de* 20 *pour* 100.

Les conséquences de cette loi doivent être envisagées au triple point de vue théorique, hygiénique (prophylactique) et pratique.

1° *Point de vue théorique.* — Le métabolisme basal de Benedict, simplement mesuré à jeun et au repos, sans tenir compte de la température extérieure, de l'humidité atmosphérique et du coefficient déperditeur de chaque sujet, est généralement envisagé comme une constante physiologique, dont la variation est fatalemeut le signe d'une maladie.

On saura maintenant qu'il diminue grandement en atmosphère chaude et humide, sans révéler pour cela le moindre trouble pathologique actuel. Il existe d'ailleurs d'autres causes *normales* de variation du métabolisme basal.

2° *Point de vue hygiénique.* — Le malaise éprouvé dans les pays (ou par les temps) chauds et *humides*, ou encore dans les espaces confinés qui groupent de nombreux êtres vivants (salles de cours ou de réunion, chambres à coucher chaudes et étroites, étables, écuries, etc.) résulte d'un *hypotonus* dont le prolongement engendrera la « misère physiologique » avec toutes ses conséquences.

3° *Point de vue pratique.* — Il importe donc *d'abaisser l'état hygrométrique*, et, dans la mesure du possible, la température de ces espaces, par aération directe, — si l'air extérieur est plus sec et plus frais — et, dans le cas contraire, par une ventilation d'air partiellement desséché et refroidi.

Pour les pays chauds et humides on peut concevoir aisément l'installation — par un mécanisme semblable à nos réglages hygrométriques — de *salles de détente* propres à rétablir périodiquement le tonus affaibli.

La même influence sur le tonus et le rendement du travail sera étudiée ultérieurement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'hydroxyméthyl-4-imidazol, à basse température, à partir du fructose en solution d'hydroxyde de cuivre ammoniacal.* Note de MM. **Pierre Girard** et **J. Parrod**, présentée par M. G. Urbain.

Nous n'avons sur la question fondamentale du passage de l'azote du monde minéral au monde vivant que très peu de données expérimentales. Les botanistes savent que chez les végétaux, l'élaboration des substances protéiques à partir de l'ammoniaque du sol, en passant par des termes intermédiaires, comme l'asparagine, les acides aminés, etc., dépend de la teneur des tissus en sucres, et principalement en sucres à fonction cétone (fructose). *In vitro* il n'existe également que très peu de faits chimiques autorisant des hypothèses raisonnables sur cette question. Le présent

travail, en bon accord avec les observations des botanistes sur le rôle des sucres cétoniques, montre qu'il est possible, à la température ordinaire, par agitation dans l'oxygène, d'obtenir à partir de l'ammoniaque et du fructose, en utilisant l'hydroxyde de cuivre comme agent d'oxydation du sucre, l'hydroxyméthyl-4-imidazol. L'intérêt de ce résultat est que l'histidine, l'une des bases hexoniques fournies par l'hydrolyse des protéines, résulte de la conjugaison en 4 de l'imidazol et de l'alanine.

Voici les conditions d'une expérience. On agite dans une atmosphère d'oxygène le mélange suivant : lévulose, 30^g; hydroxyde de cuivre, 30^g; ammoniaque à 20 pour 100, 75^{cm^3}; eau, 1000^{cm^3}.

Après quelques jours on obtient un précipité vert contenant du cuivre, que l'on sépare du liquide bleu. Celui-ci contient de notables quantités d'acide oxalique.

Le précipité est mis en suspension dans l'eau, et traité par H^2S. Au filtrat du sulfure de cuivre, réduit à petit volume dans le vide, on ajoute une solution concentrée d'acétate de plomb. Il précipite un sel de plomb qui, fait remarquable, contient de l'azote et aussi du soufre que l'on peut identifier à l'état de sulfure de plomb en portant à l'ébullition sa solution sodique.

Le plomb est éliminé du filtrat par H^2S que l'on chasse ensuite. L'acide picrique précipite un sel que l'on purifie par cristallisation dans l'eau. Afin d'isoler la base, on met le sel en solution aqueuse, traité par un excès de CO^3K^2, évapore à sec, reprend par l'acétone à chaud. Par refroidissement, on obtient de gros cristaux incolores fondant à 93°, solubles dans l'eau et l'alcool, peu solubles dans l'acétone à froid, un peu plus solubles à chaud, insolubles dans les autres solvants usuels. Une solution aqueuse de cette substance précipite $HgCl^2$, NO^3Ag ammoniacal, SO^4Cu ammoniacal; traitée par l'acide picrique, elle donne un picrate soluble dans l'eau chaude d'où il cristallise par refroidissement en belles aiguilles jaune d'or fondant à 206°.

Les propriétés de la base et du picrate isolés sont celles de l'hydroxyméthyl-4-imidazol et de son picrate décrits par Franck Lee Pyman (¹).

$$CH\begin{cases} // N - C - CH^2OH \\ \quad\quad\quad \| \\ \setminus NH - CH \end{cases}$$

L'identification de cette base fut complétée par l'analyse élémentaire dont voici le résultat : C 50,3; H 5,36; N 28,9 (théorie : C 49,0; H 6,15; N 28,6).

(¹) *Journ. Chem. Soc. Trans.*, 99, 1911, p. 668.

En recherchant dans la littérature les travaux relatifs au corps que nous avions isolé, nous avons vu que MM. Windaus et Ullrich ([1]) ont annoncé qu'après avoir laissé pendant trois ans du glucose (50g) dissous dans une solution très concentrée d'hydroxyde de cuivre ammoniacal (150g de SO^4Cu dans 200cm³ d'ammoniaque à 25 pour 100) ils avaient obtenu au contact de l'air, outre l'acide oxalique, l'acide imidazol-4-carbonique ([2])

$$CH\begin{matrix}\nearrow N \text{---} C - C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{matrix} \\ \searrow NH - CH\end{matrix}$$

Il est raisonnable d'envisager cet acide, obtenu à partir du glucose au cours d'un processus qui semble extrêmement lent, comme un produit d'oxydation de l'hydroxyméthyl-4-imidazol que nous obtenons à partir d'un sucre cétonique.

IMMUNOLOGIE. — *Les réactions cellulaires et humorales d'immunité antimicrobienne dans le phénomène de la symbiose chez* Macrosiphum Jaceæ. Note de M. **A. Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Nos premières observations sur le mécanisme de la symbiose chez les Aphides avaient fait ressortir l'importance du rôle des réactions humorales d'immunité antimicrobienne naturelle. L'étude de la symbiose chez un Puceron très commun de la Centaurée Jacée, *Macrosiphum Jaceæ*, nous a permis de mettre en évidence l'importance des réactions d'immunité de type cellulaire.

Comme chez beaucoup d'autres Aphides, les microorganismes symbiotiques de *Macrosiphum Jaceæ* sont représentés à la fois par des formes arrondies (soi-disant formes-levures) et des formes bacillaires. Klevenhusens, qui les a figurées dans son récent Mémoire consacré à l'étude de la symbiose chez les Aphides, les considère comme des Champignons appartenant à deux espèces différentes.

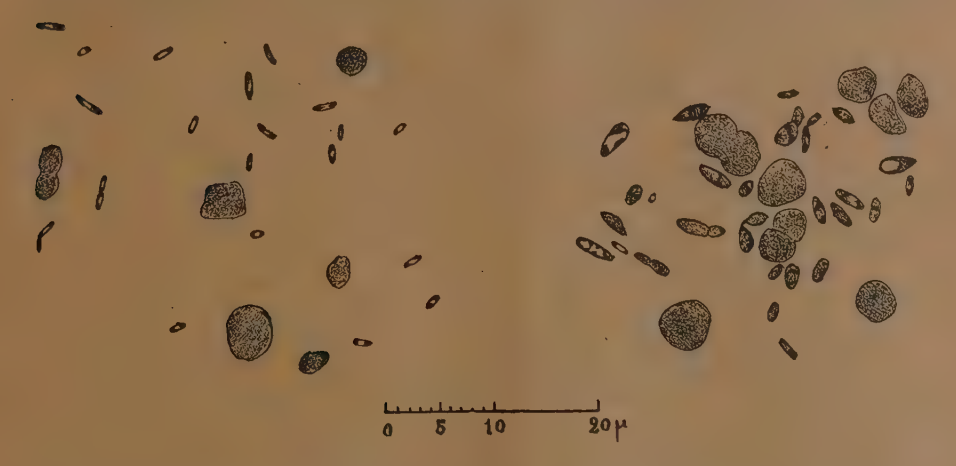
Sur frottis de Pucerons colorés par le mélange de Giemsa, les formes bacillaires ne se présentent nullement sous l'aspect de filaments mycéliens

---

([1]) *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, 90, 1914, p. 366.

([2]) Avec l'hydroxyde de zinc ammoniacal en solution très concentrée et sans qu'un processus d'oxydation intervienne, Windaus et Knoop (*B. der D. chem. Ges.*, 38, 1905, p. 1166; 39, 1906, p. 3886; 40, 1907, p. 799) avaient obtenu après plusieurs semaines différents méthylimidazols en partant de différents sucres (glucose, fructose, mannose, sorbose, etc.).

mais bien sous celui de Bacilles typiques plus colorables aux deux extrémités que dans la partie moyenne. Outre les formes dites levures et les éléments bacillaires, on observe des formes de passage non signalées par l'auteur allemand : il s'agit de véritables Coccobacilles géants ayant tendance à se renfler à l'une des extrémités. Nous avons représenté dans la figure ci-dessous deux portions de champ microscopique correspondant à



deux Pucerons différents récoltés sur la même tige de Centaurée ; alors que les Bacilles sont relativement nombreux sur l'un des frottis, ils sont très rares sur l'autre ; par contre, les formes de passage y sont abondantes. Des constatations semblables peuvent être faites sur coupes. Il semble donc que la multiplication des Bacilles dans la cavité générale des Pucerons de la Centaurée ne soit pas continue et que chaque période de multiplication active soit suivie d'une phase de repos au cours de laquelle l'action humorale se manifeste par une transformation des Bacilles en formes géantes ou « formes de croissance ». Cette transformation a lieu principalement au contact des mycétocytes.

Sur coupes fixées par les méthodes mitochondriales (bichromate-formol de Regaud ou formol salé) et colorées par la méthode d'Altmann modifiée par Kull, on distingue très nettement les formes de passage grâce à leur fuchsinophilie très marquée : elles se présentent en rouge sur le fond bleu des formes géantes arrondies. Après coloration par le Giemsa, la couche périphérique de ces éléments se distingue de la portion centrale par une affinité plus grande pour le colorant.

Sur coupes colorées par la méthode de Kull ou par le Giemsa, on distingue très nettement, à la surface des mycétocytes, des amas plus ou moins

volumineux et plus ou moins nombreux de bacilles libres ou englobés dans les micronucléocytes du sang; des bacilles libres se rencontrent également, mais en petit nombre, dans le sang circulant en même temps que des micronucléocytes libres chargés de bacilles. Les phagocytes appliqués contre la surface du mycétone font bientôt corps avec ce dernier et contribuent à son accroissement en volume; on peut observer à l'intérieur du pseudo-organe les noyaux des micronucléocytes grâce à la fuchsinophilie de leur nucléole. Il est possible que ces éléments cellulaires se transforment directement en mycétocytes par hypertrophie du noyau et de la couche protoplasmique.

De ces faits on peut conclure à l'existence, chez le *Macrosiphum Jaceæ* de plusieurs types de réaction d'immunité antimicrobienne naturelle; le phénomène de la symbiose est la résultante de toutes ces réactions. On peut résumer ainsi les différentes phases du processus symbiotique :

1° Phagocytose des bacilles par les micronucléocytes après multiplication dans la cavité générale; cette multiplication représente le stade d'infection normale pendant lequel le bacille agit comme parasite;

2° Agglutination des bacilles libres du sang au contact des mycétocytes et pénétration de ces bacilles dans la couche cytoplasmique;

3° Fixation des micronucléocytes libres chargés de bacilles par les mycétocytes; les micronucléocytes s'incorporent ensuite à la masse du mycétome et contribuent ainsi directement à son accroissement en volume;

4° Transformation des éléments bacillaires en formes géantes arrondies. Bacilles et formes géantes passent ensemble dans l'œuf d'hiver et forment, dans le vitellus, un amas volumineux situé à l'un des pôles. La constitution de cette masse microbienne peut être assimilée à celle des amas microbiens qu'on observe dans le sang d'animaux supérieurs en état d'immunité.

MÉDECINE. — *Syphilis héréditaire et formes évolutives du tréponème.* Note [1] de M. **Y. Manouélian**, présentée par M. Calmette.

Nous savons que, dans la syphilis héréditaire, le tréponème existe rarement dans le placenta et dans le cordon. Quand il s'y trouve, on constate toujours chez le fœtus des manifestations syphilitiques avec pullulation de tréponèmes. Or nous avons déjà rapporté deux observations dans lesquelles, seul le cordon présentait des lésions avec des tréponèmes; mais il n'existait aucun parasite ni de lésions appréciables dans les viscères et les tissus, sauf une hémolyse complète. Depuis, grâce au professeur Brindeau, nous avons pu étudier un troisième cas.

---

[1] Séance du 20 janvier 1930.

Malgré de nombreuses recherches, nous n'avions pas réussi à déceler de tréponèmes typiques au niveau des lésions du cordon. Des formes évolutives y pullulaient pourtant. Le rapport de ces formes avec les tréponèmes était certain; nous pensions cependant que la présence seule de ces formes évolutives n'aurait pas convaincu les esprits non avertis. Les cliniciens auraient pensé, non sans raison, que devant l'absence des tréponèmes typiques, il était hasardeux d'affirmer la nature syphilitique des lésions, et ils n'auraient pas souscrit à nos conclusions. Heureusement, en étudiant de nouveaux fragments de cordon, nous avons pu surprendre des parasites typiques.

Mme X, 23 ans, entre dans un service; début de travail, grossesse à terme. Pas de renseignements sur ses parents. Rien à signaler comme antécédents héréditaires. Elle s'est toujours bien portée pendant sa grossesse.

Quelques heures après son entrée, elle accouche d'un fœtus en occipito-pubienne, pesant 1280^g. Le fœtus crie mal, il est cyanosé. Pas de lésions de la peau ni des muqueuses. Il meurt 5 heures après sa naissance.

Le placenta, blanchâtre, épais, volumineux, pèse 700^g. Pas de lésions macroscopiquement visibles du fœtus.

A faible grossissement, on constate une bande de tissu, composé surtout d'éléments chromophiles, qui entoure seulement une portion de la veine ombilicale.

A plus fort grossissement, les éléments chromophiles sont composés de leucocytes polynucléaires et de macrophages, ceux-ci en nombre bien moins considérable. La polynucléolyse est accusée. Il existe des champs où l'on ne constate aucun leucocyte normal. Tout est réduit en granulations retenant encore les couleurs basiques d'aniline.

L'imprégnation à l'argent nous a permis de déceler les tréponèmes exclusivement au niveau de la zone inflammatoire. Mais les formes typiques sont très rares; on n'y voit, pour ainsi dire, que des formes anormales du tréponème. On est frappé de l'analogie de ces formes avec celles que l'on constate si fréquemment dans la syphilis tardive. Notons que, dans un travail sur l'artérite syphilitique, Sézary avait signalé déjà des formes anormales du tréponème, et nos recherches nous permettent de constater toute une série de stades, depuis le tréponème typique jusqu'au corpuscule arrondi, tréponèmes portant un anneau à une extrémité ou le long du corps; d'autres disposés en couronne. Cette couronne se resserre de plus en plus, en même temps que la forme spiralée s'atténue. Le tréponème se transforme ainsi en un corpuscule arrondi, limitant un espace clair en son milieu, lequel contient un point central; cet espace clair prend une teinte sombre, et le corpuscule devient presque homogène. Serait-ce là la forme de résistance du parasite?

Il existe aussi des tréponèmes en voie de dégénérescence : tréponèmes à spires relâchées, variqueuses, grenues, fragmentées. Enfin il en est qui sont en voie de lyse, et l'on trouve, *par place, des amas de très fines granulations d'origine tréponémiques.*

Il s'agit donc *de mésophlébite et de périphlébite syphilitiques du cordon.*

Quant au placenta, nous n'avons pu y déceler aucun tréponème.

Nous avons étudié aussi un grand nombre d'organes de l'enfant; pas de lésions appréciables, mais une forte hémolyse. Nulle part nous n'avons

surpris le tréponème, ni d'autres microbes. Après cet échec, nous avons, à *plusieurs reprises*, imprégné à l'argent le foie et les capsules surrénales, organes où fourmille surtout le tréponème dans la syphilis héréditaire; aucune trace de parasite. En présence d'une hémolyse complète et en l'absence totale de tréponème, nous inclinerions à penser qu'à la suite de l'infection syphilitique du cordon, des hémolysines ont pénétré dans l'organisme de l'enfant et provoqué sa mort. Cette mort du fœtus est-elle attribuable à l'action d'un ultravirus syphilitique? Les formes invisibles du tréponème, peut-être aussi ces granules très fins que l'on constate dans les lésions syphilitiques, présentent une analogie avec l'ultravirus tuberculeux.

Nous savons que l'agent de la syphilis présente d'autres formes que la forme spiralée. Les constatations que nous venons d'exposer dans ce travail nous conduisent à penser que l'existence de formes anormales du tréponème permet d'affirmer, ou du moins de soupçonner fortement cette infection syphilitique.

Voici le troisième cas de syphilis héréditaire où seul le cordon ombilical contient des tréponèmes. Une mère, saine en apparence, n'ayant ressenti aucun trouble pendant sa grossesse et ne présentant pas de manifestations syphilitiques, donne naissance à un enfant bien conformé, indemne de lésions cutanées et muqueuses et qui meurt peu de temps après l'accouchement. L'examen des viscères ne révèle ni tréponèmes, ni autre microorganisme; pas de lésions appréciables. Seul, le cordon est atteint d'une vive inflammation *uniquement* localisée au niveau de la veine ombilicale où fourmillent les tréponèmes.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Variations de la composition minérale du tissu osseux chez le rat normal, rachitique, et guéri du rachitisme expérimental.* Note de M. **J. Aiquier**, Mlle **L. Asselin**, Mme **M. Kogane** et Mlle **G. Silvestre de Sacy**, présentée par M. E. Leclainche.

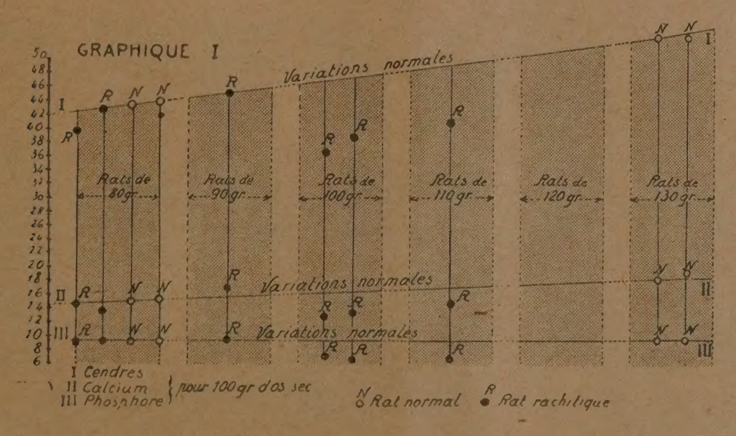
Nos observations ont porté sur une centaine de rats blancs ou pie, dont 85, maintenus à l'abri de la lumière directe et au régime artificiel Randoin-Lecoq (*C. R. de la Soc. de Biologie*, 97, p. 1277) sont devenus rachitiques.

Cette alimentation rachitigène apporte tous les principes alimentaires nécessaires, sauf la vitamine antirachitique et le phosphore, peut-être insuffisant quantitativement; elle présente en outre un déséquilibre accentué du rapport Ca : P variant de 2,3 à 3,7. Ce régime a été rendu curatif du rachitisme expérimental, soit par irradiation à la lampe en

quartz à vapeur de mercure, soit par addition de lait sec, irradié ou non, ou d'huile de foie de morue active, ou d'ergostérol irradié. Les irradiations ont été faites selon des techniques raisonnées (Mlle Van Stolk, MM. E. Dufeuil et Heudebert, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 854).

Les animaux étaient pesés, puis soumis régulièrement et fréquemment à l'examen clinique et radiologique. La plupart ont été sacrifiés aux fins d'examen histologique et de l'analyse chimique des os. Les dosages ont porté sur le mélange des fémurs, tibias, humérus, radius, cubitus, clavicules, omoplates, os iliaques, préalablement débarrassés des tissus adhérents. Les taux de cendres, de phosphore et de calcium, déterminés selon les techniques les plus précises, sans recourir aux microdosages, sont rapportés à 100 d'os secs non dégraissés.

Les graphiques I et II résument les résultats analytiques obtenus et rappellent leur concordance.

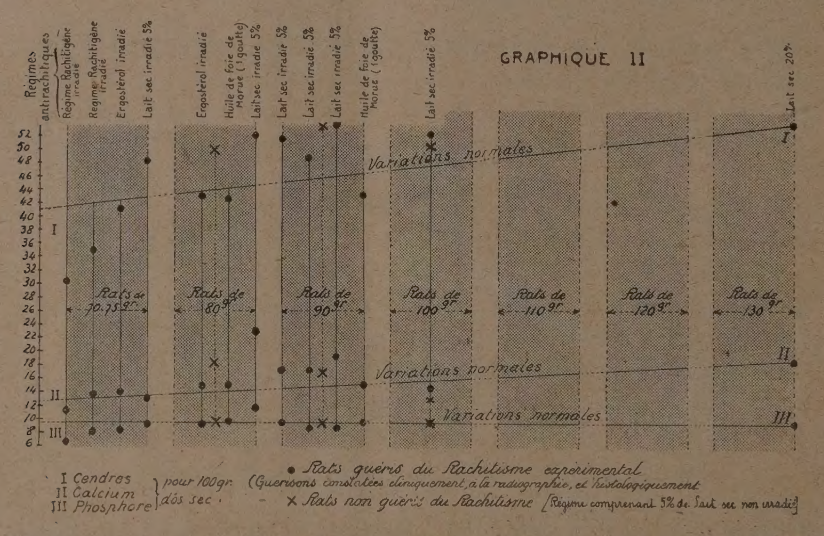


Chez le *rat normal* (graphique I), alors que la teneur des os en phosphore reste constante, les proportions de cendres et de calcium augmentent avec le poids vif et par conséquent l'âge de l'animal. Les graphiques groupent donc les résultats obtenus par catégories d'animaux de même poids (zones teintées). Les variations des taux de cendres, de calcium et de phosphore des os du rat normal figurent sur les deux graphiques; elles ont été obtenues en réunissant les résultats se rapportant, d'une part, à la catégorie des rats du poids le plus faible (70-80^{g}) et, d'autre part, à celle des rats du poids le plus élevé (130^{g}).

Chez le *rat reconnu rachitique*, après examen clinique, radiologique et histologique (graphique I), si la croissance n'a pas été active, comme chez les animaux dont le poids ne dépassait pas 90^{g} en fin d'expérience, les tissus osseux conservent à peu près leurs taux normaux de cendres, de calcium et de phosphore; mais, chez les rats rachitiques ayant atteint des poids de 100-110^{g}, la déminéralisation (P — Ca) est très accentuée.

Chez le *rat reconnu guéri du rachitisme*, après examen clinique, radiologique et histologique (graphique II), le retour à la composition minérale normale des os, déminéralisés par le rachitisme, n'est pas la règle.

La guérison par l'ergostérol irradié ou l'huile de foie de morue, à la dose minimum active de 1 goutte, coïncide avec une reminéralisation très nette des os rachitiques. Le taux de calcium dépasse même alors la moyenne normale. Chez les rats guéris par le régime rachitigène irradié et dont la croissance s'est montrée particulièrement lente (rats de 70-75g), les taux de cendres et de phosphore restent toujours faibles; la teneur en calcium seule redevient normale.



L'adjonction au régime rachitigène de 5 pour 100 de lait sec irradié provoque une reminéralisation plus accentuée que l'huile de foie de morue et l'ergostérol irradié, à tel point que, après guérison, la teneur des os en cendres et en calcium dépasse de beaucoup la normale. Cette action du lait sec, à doses faibles, se manifeste même chez les animaux non guéris du rachitisme, comme le montre le graphique II.

Il en résulterait que la guérison du rachitisme, contrôlée cliniquement et radiologiquement, ne coïnciderait pas avec un retour à la minéralisation normale des os. Le lait sec irradié, dans la proportion de 5 pour 100 d'un régime rachitigène, est un agent actif de reminéralisation. Le lait sec non irradié, dans la proportion de 20 pour 100, guérit en outre le rachitisme.

La séance est levée à 15h40m.

A. Lx.